

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Aus der Klinik für Augenheilkunde des St.-Johannes-Hospital Dortmund

Retroiridiale Kunstlinsenfixation

Inaugural – Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

durch die Medizinische Fakultät

der Universität Duisburg-Essen

Vorgelegt von

Nikolaos Chrisoglou

aus Dortmund

2014

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. med. J. Buer
1. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. H. Schilling
2. Gutachter: Herr Univ.-Prof. Dr. med. K.-P. Steuhl

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Januar 2015

Publikationen / Vorträge:

1. **N.Chrysoglou**, I.Vastardis, P.Wölfelschneider, M.Kohlhaas: Retroiridiale Fixationslinse: Vorgehen und Ergebnisse. Dortmunder Studie. 26. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation, Interventionelle und Refraktive Chirurgie (DGII); 7. März 2012.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	8
1.1 Aphakie	9
1.2 Gründe für die Aphakie	9
1.3 Korrekturmöglichkeiten der Aphakie	9
1.3.1 Ausgleich durch Starbrille	9
1.3.2 Ausgleich durch Kontaktlinsen	10
1.3.3 Ausgleich durch einen chirurgischen Eingriff	10
1.4 Pseudophakie	11
1.5 Art und Fixationsorte einer Sekundärlinsenimplantation	11
1.6 Betrachtung einiger Sekundärlinsen	11
1.6.1 Kammerwinkelgestützte Vorderkammerlinse	12
1.6.2 Sulkusfixierte IOL	12
1.6.3 Skleranahtfixierte IOL	12
1.6.4 Irisklauenlinse	13
2. Entwicklung der Irisklauenlinse in der Geschichte der Kataraktchirurgie und Intraokularlinsen	14
2.1 Entwicklung der Irisklauenlinse in der jüngeren Geschichte der Intraokularchirurgie	20
3. Verisyse® aphake Intraokularlinse	22
3.1 Allgemeine Informationen	22
3.2 Anwendungsgebiete	22
3.3 Materialbeschaffenheit und technische Daten	22
3.4 Linsenoptik und Linsenoptik	23
3.5 Kontraindikationen	24
3.6 Komplikationen	24
4. Ziel der Untersuchung	24

5. Material und Methoden	25
5.1 Einschluss- und Ausschlusskriterien	25
5.2 Präoperative Untersuchung	25
5.3 Operationsvorgang	26
5.4 Postoperative Untersuchung	28
 6. Untersuchungseinheiten	 29
6.1 Topcon- Optischer 3D- Kohärenztomograph	29
6.1.1 Verwendungszweck	29
6.1.2 Funktionsprinzip	29
 6.2 Konan Roncon Robo	 30
6.2.1 Verwendungszweck	30
6.2.2 Funktionsprinzip	31
 6.3 Bausch & Lomb ORBSCAN™ II	 31
6.3.1 Verwendungszweck	31
6.3.2 Funktionsprinzip	32
 6.4 IOLMaster	 32
6.4.1 Verwendungszweck	32
6.4.2 Funktionsprinzip	33
 6.5 AVISO Ultraschallsystem - Quantel medical	 33
6.5.1 Verwendungszweck	33
6.5.2 Funktionsprinzip	33

7. Ergebnisse	34
7.1 Statistische Auswertung	34
7.2 Demographische Daten	35
7.2.1 Geschlechtsverteilung	35
7.2.2 Altersverteilung	36
7.3 Präoperative okuläre Befunderhebung	36
7.3.1 Hornhauterkrankungen	37
7.3.2 Keratokonus	38
7.3.3 Glaukom	38
7.3.4 Iris	39
7.3.5 Netzhautbefunde	39
7.3.6 Amblyopie	40
7.3.7 Operateure	41
7.3.8 Anästhesien	41
7.3.9 Bulbuslänge	42
7.3.10 Vorderkammertiefen	43
7.3.11 Linsenstärken	43
7.3.12 Augeninnendruckentgleisungen	44
7.3.13 Präoperative Linsensituationen	44
7.3.14 Refraktionsfehler und Anisometropie bzw. Aniseikonie	45
7.3.15 Jahresstatistiken	46
8. Intraoperativer Verlauf	46
8.1 Operationsdauer	46
8.2 Kombinierte Operationen	47
8.3 Intraoperative Durchführung	48

9. Frühe postoperative Komplikationen	49
9.1 Späte postoperative Komplikationen	51
10. Präoperative und postoperative Vergleiche	54
10.1 Bestkorrigierter Fernvisus gesamt	54
10.1.1 Bestkorrigierter Visus in der Aphakiegruppe	55
10.1.2 Bestkorrigierter Visus bei der Cataracta senilis Gruppe	55
10.1.3 Bestkorrigierter Visus bei der Cataracta prämaturna-matura Gruppe	56
10.1.4 Bestkorrigierter Visus in der Gruppe der subluxierten IOL Linsen	57
10.1.5 Bestkorrigierter Visus in der KPL Gruppe	57
10.1.6 Bestkorrigierter Visus in der VKL Gruppe	58
10.1.7 Bestkorrigierter Visus in der AMD Gruppe	59
10.2 Astigmatismus	59
10.2.1 Astigmatismus in der KPL Gruppe	60
10.3 Augeninnendruckentwicklung	61
10.3.1 Augeninnendruckverlauf in Korrelation mit der Vorderkammertiefe	62
11. Indikationen der Implantation der retroiridialen Kunstlinse	63
12. Diskussion	67
13. Schlussfolgerung	84
14. Zusammenfassung	86
15. Literaturverzeichnis	87
16. Abbildungsverzeichnis	95
17. Tabellenverzeichnis	97
18. Diagrammverzeichnis	97
19. Abkürzungsverzeichnis	98
20. Danksagung	100
21. Lebenslauf	101

1. Einleitung

Die Linse (lat.: lens cristallina) ist ein bikonvexer, glasklarer Körper und wichtiger Bestandteil des dioptrischen Apparates des Auges. Sie fokussiert einfallende Lichtstrahlen auf die Netzhaut und macht einen Teil der Gesamtbrechkraft des Auges aus (zwischen 10 - 20 D, je nach Akkommodationszustand). Des Weiteren liegt sie in der Grube des Glaskörpers (Fossa hyaloidea) zwischen Irisrückfläche und Glaskörper. Um den Linsenäquator inserieren die Zonulafasern und verbinden diese mit dem Ziliarkörper. Dadurch wird die Linse stabil gehalten und der Zug des Ziliarmuskels an die Linse weitergeleitet (Akkommodation).

Die gefäßfreie Linse ernährt sich durch Diffusion des Kammerwassers. Der Stoffwechsel und das Wachstum der Linse werden selbstregulativ von ihren eigenen Zellen gesteuert. Die Stoffwechselaktivität ist für die Durchsichtigkeit und optische Funktion unentbehrlich. Der Wassergehalt der Linse ist grundsätzlich stabil und im Gleichgewicht mit dem umgebenden Kammerwasser.

Während des Alterns reduziert sich die Wasserkonzentration in der Linse, während der Anteil nicht löslicher Linsenproteine (Albuminoid) zunimmt. Dies führt dazu, dass die Linse mit der Zeit härter und weniger elastisch wird (Akkommodationsverlust); zudem verliert sie an Transparenz. Eine Trübung der Linse im Alter ist die Folge [Lang 2000].

Die Trübung der physiologischen Augenlinse, die sogenannte Katarakt, ist weltweit die häufigste auftretende Ursache für Erblindung. Allein in Deutschland beträgt die jährliche Anzahl der Katarakteingriffe über 600.000, weltweit sind etwa 6 bis 10 Millionen Menschen betroffen [Kohnen et al. 2009]. Obwohl die Kataraktoperation schon seit über 2000 Jahren in den griechischen, römischen und in den arabisch/indischen Kulturkreisen durchgeführt wurde, ist die Geschichte der Intraokularlinsenimplantation erst ca. 50 Jahre alt. Die weiterführende Entwicklung der verschiedenen Kunstlinsen wurde durch Erfolge und Misserfolge begleitet. Einerseits wurden durch verschiedene Techniken und Implantationssorten entstandene Komplikationen minimiert, andererseits traten neue auf. Über Jahre entwickelten sich Gruppen, die eine Sekundärlinsenimplantation benötigten, beispielsweise bei

der Aphakie und bei der primären oder sekundären Sub- beziehungsweise Luxation der natürlichen, aber auch der pseudophaken Linse [Auffarth, Apple 2001].

1.1 Aphakie

Aphakie ist das Fehlen oder die Abwesenheit der physiologischen Linse aus ihren anatomischen Ort. Sie verursacht eine unkorrigierte Sehverschlechterung und Verlust der Fähigkeit zu fokussieren (Akkommodationsverlust) [Neil et al. 2007].

1.2 Gründe für die Aphakie

Die Einteilung der in Frage kommenden Gründe für die Aphakie hängt von der Pathogenese ab. Eine Auflistung der wichtigsten Gründe ist in der Tab.1 ersichtlich.

Gründe für Aphakie	bei:
1. Kongenital	Agenesie
2. Luxation/Subluxation der Linse	PEX-Situation, Trauma (Zonulolyse, Kapselruptur), Marfansyndrom Weil-Marchesani, Homocystinurie, u.a.
3. chirurgisch	Vitreo-retinalen Eingriffen, Linsenverlust intraoperativ, ICCE, ECCE

Tab.1 Aphakie-Situationen [Sekundo 2007]

1.3 Korrekturmöglichkeiten der Aphakie

Folgende Möglichkeiten der Korrektur eines aphaken Auges ergeben sich:

1.3.1 Ausgleich durch eine Starbrille

Zur Korrektur der Linsenlosigkeit wurde vor der Entwicklung von intraokulären Linsen die fehlende Brechkraft durch eine Starbrille ausgeglichen. In Abhängigkeit der Emmetropie bzw. Myopie oder Hyperopie wurden entsprechende Korrekturgläser nach der Operation ordiniert. Nachteilig sind neben dem Gewicht der

Brille die starken Ringskotome (Einschränkung des Gesichtsfelds) und ein Vergrößerungseffekt des Netzhautbildes um ca. 20% bis 30%. Weiter ist bei einseitiger Staroperation mit einer Aniseikonie (Formungleichheit der beiden Netzhautbilder) zu rechnen, so dass eine Fusion der Bildeindrücke nahezu unmöglich wird [Sachsenweger 2003].

1.3.2 Ausgleich durch Kontaktlinsen

Eine weitere Korrekturmöglichkeit bei Aphakie ist die Kontaktlinse. Diese erlaubt eine Reduktion der Aniseikonie bis auf etwa 5%. Zudem entstehen ein nahezu normales Gesichtsfeld und Binokularsehen. Allerdings ist diese aufgrund der Handhabung nicht immer für ältere Menschen geeignet. Weitere Nachteile sind die möglichen Kontaktlinsenkomplikationen und Unverträglichkeiten beim sog. trockenen Auge [Sachsenweger 2003].

1.3.3 Ausgleich durch einen chirurgischen Eingriff

Im physiologischen Fall ist ein aphaker Zustand heute mit einer Implantation einer Kunstlinse verbunden. Die Hinterkammerlinse ist bei erhaltenem Kapselsack der gebräuchlichste Linsentypus [Sachsenweger 2003].

In den Fällen, in denen der Kapselsack nur teilweise oder gar nicht erhalten ist, ist hingegen eine Sekundärlinsenimplantation der logische Schritt. Eine einheitliche Strategie für das optimale Vorgehen besteht indes nicht, insbesondere nicht über die Art der Kunstlinse und den Fixationsort [Auffarth 2008].

1.4 Pseudophakie

Pseudophakie ist der Zustand nach einer Kataraktextraktion, der mit der Implantation einer Kunstlinse (IOL) direkt nach der Entfernung der physiologischen Linse verbunden ist [Sachsenweger 2003].

1.5 Art und Fixationsorte einer Sekundärlinsenimplantation

Die chirurgischen Operationsmöglichkeiten sind die Implantation von Vorderkammerlinsen und Hinterkammerlinsen. Diese können in mehreren Intraokularlinsen unterteilt werden (Tab. 2) [Sekundo 2007; Auffarth, Apple 2001; Rieck, Binder 2007; Gimbel 2008].

Die in Frage kommenden Fixationsorte sind neben der Vorderkammer und der Hinterkammer auch der Sulcus ciliaris [Auffahrt 2008].

Vorderkammerlinsen (VKL)	Hinterkammerlinsen (HKL)
Kammerwinkelgestützt	Skleranaht fixiert (n. Smiddy/Lewis)
Iris-claw-Lens (nach Worst)	Irisnaht fixiert (nach Stutzman/Condon)
Iridektomie fixiert (nach Reiter)	Iridektomie fixiert (nach Reiter)
	Inverted iris-claw retropupillar (n. Mohr)

Tab. 2 Chirurgische Techniken bei Sekundärlinsenimplantation [Sekundo 2007]

1.6 Betrachtung einiger Sekundärlinsen

Im Folgenden soll näher auf Vorgehensweise, sowie zwischen Vor– und Nachteilen dieser Korrektur einer sub- bzw. luxierten Linse oder Aphakie eingegangen und differenziert werden.

1.6.1 Kammerwinkelgestützte Vorderkammerlinse

Trotz der schnellen und einfachen Durchführung dieser Technik und des technologischen Fortschritts haben diese Linsen viele Komplikationen vorzuweisen. Anzuführen ist der chronische Endothelzellverlust mit konsekutiver Hornhauttrübung (bullöser Keratopathie), die schließlich zu einer Hornhautdekomensation führt und somit auch das Hauptproblem dieser Vorderkammerlinsen (VKL) darstellt [Neuhann 2009; Gicquell et al. 2009; Sekundo 2007; Rieck, Binder 2007]. Ferner weist die irisfixierte VKL nach Worst ähnliche Komplikationen wie die kammerwinkelgestützte VKL auf. Hier zeigt sich zusätzlich gehäuft das Phänomen des UGH-Syndroms (Uveitis –Glaukoma - Haemorrhagiesyndrom) [Scharioth 2009].

1.6.2 Sulkusfixierte IOL

Für gewöhnlich gibt es die Möglichkeit bei einer subluxierten IOL diese in den sulcus ciliaris nahtlos zu fixieren. Das hat den Vorteil, dass man die implantierte Linse nicht explantieren muss. Allerdings wird der Implantationsort oft verfehlt. Eine Refraktionsveränderung tritt ein. Somit wird die Zielrefraktion verpasst. Neben das UGH-Syndrom und die Pigmentdispersion gibt es Komplikationen, die zu einer Erhöhung des Intraokulardrucks (IOD) führen können [Böke, Krüger 1986; Kirk et al. 2012].

1.6.3 Skleranahtfixierte IOL

Die skleranahtfixierte IOL wurde als ab-interno Technik eingeführt, um das Risiko der bullösen Keratopathie, des Glaukoms und des postoperativen Makulaödems zu reduzieren [Auffahrt 2008]. Die mangelnde Einsehbarkeit des Sulcus gestaltet sich bei dieser Technik jedoch als Problem. Die ab-externo Technik hat den Vorteil, dass eine bessere Nahtführung möglich ist und die Komplikationen minimiert werden können. Zudem entspricht der Implantationsort dem anatomischen Ort der natürlichen Linse [Auffarth 2008; Sekundo 2007].

Nichts desto trotz zeigen sich bei beiden Methoden häufig Luxationen aufgrund

der Biodegradation der Naht, die zum Reißen führt. Dieses Hauptproblem besteht nicht nur bei dieser Linse, sondern bei allen Arten von Fixationen, die eine Naht benötigen [Scharioth 2009].

1.6.4 Irisklauenlinse

Mohr et al. waren die ersten, die eine Irisklauenlinse (Abb.2) als retropupillare Linse mittels plankonvexer Richtung im Irisstroma fixierten, die zur Korrektur der Aphakie führte und somit die Vorteile einer Hinterkammerlinse mit derer einer Vorderkammerlinse verknüpften, also die eines kurzen und risikoarmen Eingriffs. Die Anwendbarkeit ist sowohl beim primären Offenwinkelglaukom als auch bei bestimmten Formen des Sekundärglaukoms gegeben. Im Vergleich zu den skleranahtfixierten Hinterkammerlinsen können intraoperativen Blutungen vermieden werden, da der Ziliarkörper nicht verletzt werden muss [Mohr et al. 2002].

Diese Methode ist einfacher, kürzer und sicherer, da sie im Vergleich zu anderen Sekundärlinsenarten und Techniken atraumatisch ist [Dexl 2011; Mohr et al. 2002; Neuhann 2009]. Da keine Nähte verwendet werden, entstehen keine Eintrittspforten (wodurch Keime eindringen können). Demzufolge kann auch das Endophthalmitisrisiko gesenkt werden [Mohr et al. 2002].

Heutzutage wird diese operativ einfache Methode von vielen Chirurgen bevorzugt und sogar als Mittel der ersten Wahl bei der Abwesenheit eines Kapselsacks angewendet [Auffarth 2008; Neuhann 2009; Dexl 2011].

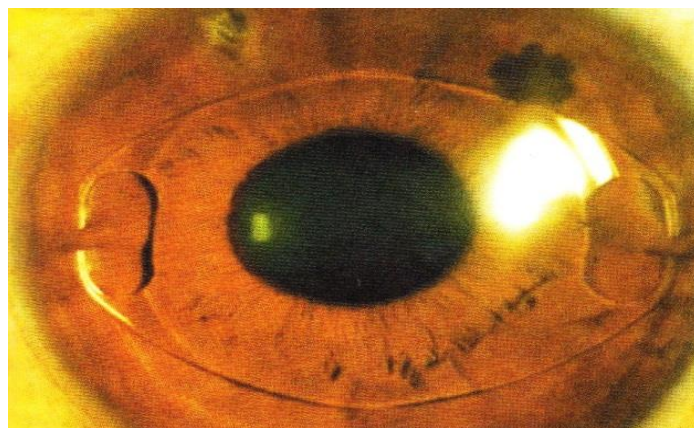


Abb.1 Phake irisfixierte Intraokularlinse der Fa. AMO™, Typ Verisyse zur Korrektur der Myopie [Auffarth 2008]

2. Entwicklung der Irisklauenlinse in der Geschichte der Kataraktchirurgie und Intraokularlinsen

Die Operation des grauen Stars ist einer der ältesten operativen Eingriffe in der Geschichte der Augenheilkunde und der Geschichte der Medizin überhaupt. Die Linsenextraktion aus der Hinterkammer wurde etwa Mitte des 18. Jahrhunderts von Daviel eingeführt. Mitte des 19. Jahrhunderts setzte sich die Technik der Star- ausziehung aufgrund der Arbeiten von A.v. Graefe endgültig durch [Auffarth 2008].

In den letzten Jahren hat sich die extrakapsuläre Kataraktextraktion mittels Phakoemulsifikation durchgesetzt. Diese Entwicklung ist eng verbunden mit der Einführung der Op-Mikroskope in den sechziger Jahren, die Erfindung der Phakoemulsifikation durch Kelman und insbesondere durch die Entwicklung von Intraokularlinsen, die mit der ersten Kunstlinsenimplantation durch H. Ridley 1949 begann [Apple et al. 1984; Apple et al. 1989].

Nach dem Zweiten Weltkrieg begann die Entwicklung der modernen Kataraktchirurgie. Sir Harold Ridley behandelte während des Zweiten Weltkrieges Piloten mit perforierenden Fremdkörperverletzungen der Augen, die durch Splitter der Plexiglaskuppeln der Cockpits verursacht worden sind. Dabei beobachtete er, dass diese sich im Augeninnern relativ inert verhielten [Auffarth 2008].

Bei seiner ersten Linsenimplantation bestand das Material der Linse aus Polymethylmethacrylat (PMMA, Plexiglas) [Apple et al. 1984; Apple et al. 1989; Ridley 1951]. Ridley implantierte etwa 1000 seiner Linsen. Bis Mitte der fünfziger Jahre wurde diese Phase als die **erste Generation** der Entwicklung der Intraokularlinsen von Apple bezeichnet. Die Komplikationen, die auftraten, waren größtenteils in den noch recht groben Operationstechniken begründet. Als wichtigste Komplikationen sind Linsenluxationen und entzündliche Reaktionen anzuführen [Apple et al. 1984; Apple et al. 1989; Epstein 1986].

Einige Chirurgen jedoch, wie Binkhorst, Reese, Parry und Epstein implantierten bzw. modifizierten Ridleys Linse und verschiedene Operationstechniken. Gleich-

zeitig suchten sie nach anderen Fixationsorten die zur Entwicklung und die Genese der **zweiten Generation** der Intraokularlinsen, die sog. Vorderkammerlinsen, führte. Diese erstreckt sich vom Anfang der fünfziger bis zum Anfang der sechziger Jahre [Apple et al.1989].

Die Methode war gewöhnlich schneller und leichter als die nach Ridley durchzuführen.

Es gab zwei Designgruppen: starre oder semistarre und flexible bzw. semiflexible [Auffarth 2008].

Die Komplikationen bestanden neben schlechter Herstellungstechniken, Zurückbleiben von Sterilgut auf der Linse und prinzipieller Designfehler, die häufig zu schwersten entzündlichen Reaktionen und Erosionen von Fixationselementen in uvealen Strukturen führten, hauptsächlich in Hornhautdekompensationen durch den ständigen Kontakt zum Hornhautendothel [Apple et al. 1989] [Abb.2].



Abb.2 Hornhautdekompensation nach langjähriger Implantation einer VKL [Gorovoy, Gorovoy 2010]

Dies wiederum war der Anlass für die Suche nach einem neuen Implantations- und Fixationsort für Intraokularlinsen. Dies führte wiederum zur **dritten Generation** der Intraokularlinsen, den irisfixierten IOL's [Auffarth 2008].

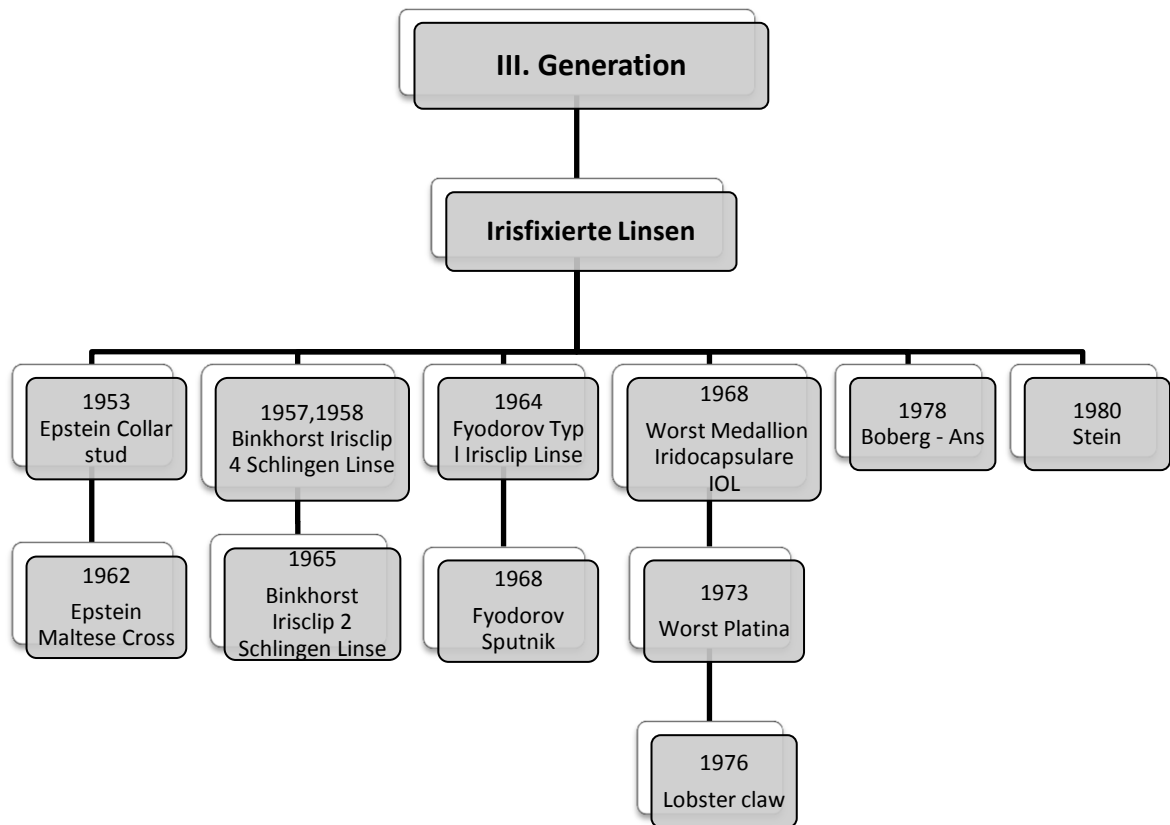


Abbildung 3: Einteilung der intraokularen irisfixierten Intraokularlinsen [Auffarth, Apple 2001].

Als Pioniere dieser Generation sind unter anderem Binkhorst, Epstein und Fyodorov zu nennen. Schließlich entwickelte Worst ein mit der Iris claw lens neues Konzept. In Ihrer Evolution wandelte sich die irisfixierte Linse zu einer refraktiven Linse, die besonders bei hoch myopen phaken Augen eingesetzt worden ist [Auffarth, Apple 2001].

1953 wurden die ersten irisfixierten Linsen von Epstein in Südafrika entwickelt und implantiert. Langfristig kam es jedoch zu ausgeprägten Irispigmentepitheldefekten, Pigmentdispersionsglaukomen und kornealen Komplikationen. Kurze Zeit später (1957) entwickelte Binkhorst die erste Iris Clip Linse [Auffarth 2008] [Abb. 6].

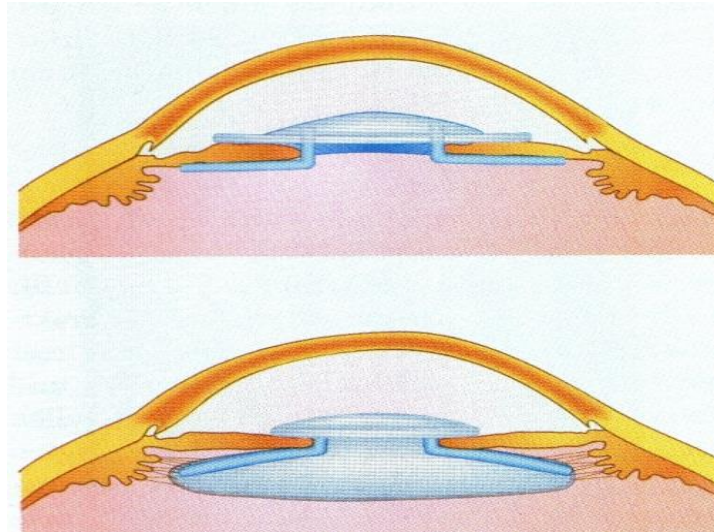


Abb.4 Irisfixierte IOL. Oben: Vierschlingenlinse nach Binkhorst.

Unten: Iridokapsuläre Fixation einer Zweischlingenlinsen nach Binkhorst [Auffarth 2008].

Fyodorov modifizierte dieses Design und konstruierte die Fyodorov I, 1968 die Fyodorov II (wegen ihres Aussehens auch Sputnik Linse genannt) die jeweils aus drei Haptiken vor und hinter der Iris bestand [Auffarth 2008] [Abb.7]

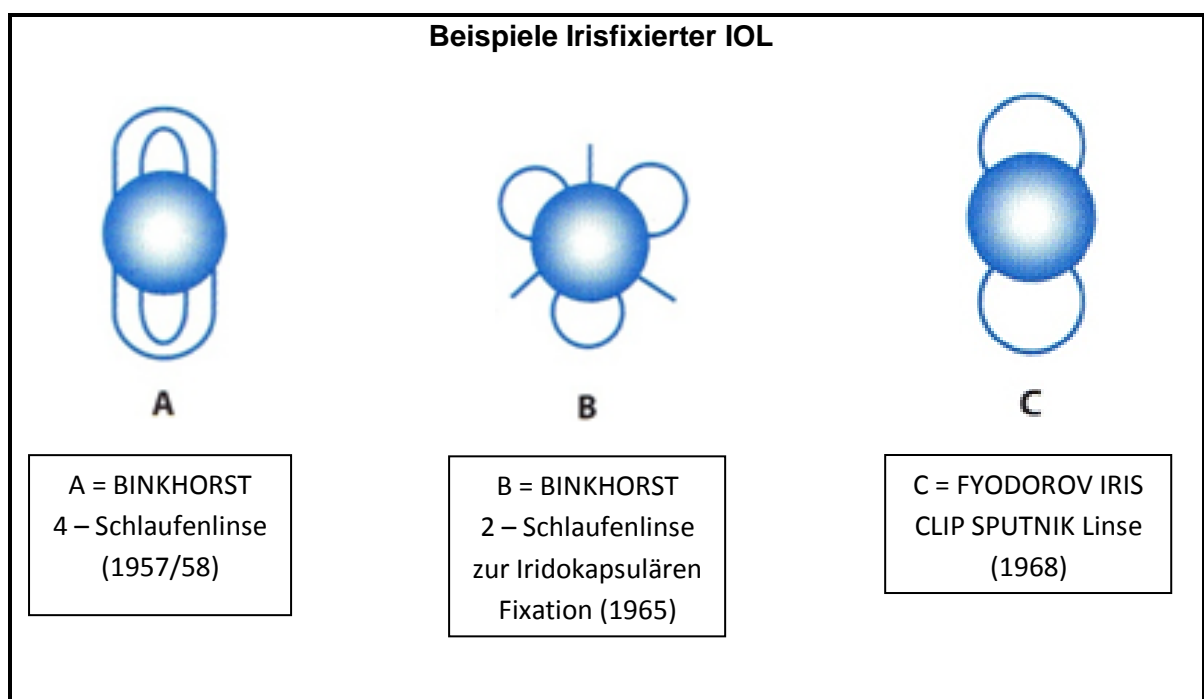


Abb.5 Beispiele einiger irisfixierter IOL der Generation III [Auffarth 2008]

Jan Worst entwickelte seine irisfixierte Linse Anfang der sechziger Jahre, die Medallion Lens, welche in die Iris eingenäht wurde [Auffarth 2008].

Dabei entstanden Probleme mit der Biodegradation der Nylonnähte. Dies führte zu komplizierten Situationen wie zum Beispiel Erosionen im Irisgewebe und Hornhautdekomensationen. Schließlich entwickelte er 1978 mit der Iris Claw Lens ein neues Konzept [Güell et al. 2010; Auffarth, Apple 2001]. Hierbei wird die Linse mittels zweier Schlitze in beiden Haptiken in der mittleren Irisperipherie im Gewebe eingeklemmt [Auffarth 2008].

Binkhorst entwickelte die Vierschlingenlinse, die er auch bei Augen nach ECCE implantierte. Hierbei stellte er fest, dass wenn er die hinteren Haptiken im Kapselsack fixiert dadurch eine deutlich stabilere Fixation erreichen kann. Daraus entwickelte Binkhorst 1965 eine Zweischlingen-Iris-Clip-Linse speziell zur iridokapsulären Fixation (Abb.6). Das Design und die Technik hatten einen wichtigen Einfluss auf die spätere Entwicklung von Hinterkammerlinsen und die Kapselfixation [Apple et al. 1989; Weber et al. 1988].

1986 waren Fechner und Worst die ersten, die eine Irisklauenlinse in ein myopes phakes Auge implantierten [Güell et al. 2010]. Trotz guter follow up Ergebnisse wird auf den Endothelzellverlust über die Jahre bei anteriorer Lage der Linse hingewiesen [Fechner et al. 1991]).

Parallel zu den irisfixierten Intraokularlinsen haben sich die VKL's in den sechziger, siebziger und zu Beginn der achtziger Jahre weiterentwickelt und somit die **vierte Generation** der IOL's geprägt. Diese waren mit besseren Oberflächen, Designs und angepassteren Dimensionen ausgestattet, führten allerdings langfristig zu Komplikationen wie Hornhautdekomensationen und uveitische Reaktionen, da diese in den Kammerwinkel-/Ziliarkörperbereich erodierten und ein „Cheese-Cutter-Effect“ verursachten. Demnetnsprechend wurden sie 1987 vom Markt genommen [Auffarth 2008].

Durch die Entwicklung der Phakoemulsifikation der Linse durch Kelman einerseits und die Einführung der Operationsmikroskope andererseits begann die Ära der Mikrochirurgie. Zusätzlich gewannen die iridokapsuläre Fixation von Binkhorst und

die vorhandene Kapselsackfixation der Intraokularlinse wieder an Bedeutung. Die sich durchsetzenden VKL's zur **fünften Generation** der Intraokularlinsen, die Hinterkammerlinsen [Auffarth 2008; Auffarth, Apple 2001].

Nennenswert bei dieser Generation ist, dass das Material der HKL im Verlauf durch Verwendung von Silikon weicher und kleiner wurde. Gleichzeitig entwickelte sich durch die Einführung der Kapsulorhexistechnik und die Hydrodissektion eine neue Operationsart, die sog. Kleinschnittechnik, welche die ICCE verdrängte. Ein weiteres Ziel war die Akkommodationsfähigkeit mit sog. Multifokallinsen und Bifokallinsen wieder herzustellen.

Am Anfang lag der Fokus des Platzierungsortes in den Sulcus. Es gab häufig Komplikationen. Es wurde ein Propeller-Effekt beobachtet, insbesondere bei der Schiffchenlinse von Mazzocco, die ungefaltet in den Sulcus implantiert wurde. Oft dislozierte die Linse; das Pigmentepithelblatt wurde beschädigt. Erst in den neunziger Jahren wurden durch die Clear-Cornea-Inzision (CCI) die Linsen gefaltet eingebracht [Mazzocco et al. 1986; Auffarth, Apple (2001)].

Die **sechste Generation** der Intraokularlinsen ist als eine Einheit aller Linsen zu verstehen, die für spezielle Situationen und verschiedenen Zwecken eingesetzt werden. Sie sind nicht mehr an Kriterien wie den Implantationsort oder spezielle Designkonzepte gebunden. Hinzu kommt eine weitere dominierende Neuentwicklung in dieser Gruppe, die Faltlinsen. Diese sind als Weiterentwicklung der Weichlinsen anzusehen.

Im Verlauf haben sich 3 Hauptgruppen der Intraokularlinsen Chirurgie heraus kristallisiert.

Zum einen die Standardkataraktchirurgie bei der Cataracta senilis, die heute als die am häufigsten durchgeführte und routinemäßige Operation gilt. Diesbezüglich werden zum einen Standard-PMMA-Linsen, meist einstückigen Designs, mit diversen Optik-/Haptikdimensionen und -konfigurationen benutzt. Hier hat sich insbesondere durch die Mikroinzision von ca. 3 mm und den Faltlinsen, aber auch durch die korneale bzw. korneosklerale Tunnelschnittechnik gezeigt, dass ein ge-

ringerer Op-induzierter Astigmatismus und nahtloser wasserdichter Wundverschluss möglich ist.

Zum zweiten werden für komplizierte kataraktchirurgische Eingriffe Speziallinsen, beispielsweise bei Kindern mit angepasster Dimensionierung, bei entzündlichen Erkrankungen mit IOL-Oberflächenbeschichtungen, Aniridielinsen und andere Spezialanfertigungen hergestellt. Zur Unterstützung dieser und anderer schwieriger Operationen wurden wichtige Instrumentarien wie Kapselspannringen oder Irisretraktoren entwickelt und erleichtern somit das Verfahren bei derartigen Eingriffen. [Auffarth, Apple 2001; Auffarth 2008].

Zum dritten zeigt sich mit der refraktiven Intraokularchirurgie eine neue Gruppe. Torische Intraokularlinsen wurden bei ausgeprägten Astigmatismen entwickelt und implantiert. Unter anderem wird die Entfernung einer klaren Linse („Clear lens extraction“) bei hochmyopen Patienten durchgeführt, um hochgradige Refraktionsfehler zu behandeln.

Durch die Vorderkammerlinsen von Baikoff, Fechner, den irisfixierte Linsen von Worst/Fechner und den Hinterkammerlinsen, die zwischen Irisrückfläche und Linse eingesetzt werden, wird versucht, bei jüngeren Patienten zusätzlich die Akkommodationsfähigkeit zu erhalten. Hierbei besteht die längste Erfahrung mit der irisfixierten IOL von Artisan/Artiflex (Fa. Ophthec) und Verisyse/Veriflex (AMO). Ebenfalls werden solche Linsen wie die VKLs oder irisfixierten Linsen oder die Hinterkammerlinsen mit transklarer Fixation als Sekundärlinsen oder Primärlinsen bei abwesender Kapselsackunterstützung benutzt wie zum Beispiel bei Aphakie nach ICCE oder ECCE, Linsenluxation bei Marfan Syndrom oder sekundärer Linsenluxation bei Trauma [Auffarth 2008].

2.1 Entwicklung der Irisklauenlinse in der jüngeren Geschichte der Intraokularchirurgie

Der Vorschlag einer retropupillaren Fixierung einer Irisklauenlinse wurde bereits 1982 von Amar gemacht [Mohr et al. 2002]. Wegen des möglichen Pigmentab-

riebs von der Rückseite der Iris durch die Oberfläche der Irisklauenlinse fand dieses Vorgehen jahrelang keine Nachahmer [Sekundo 2008].

Erst später hat die Irisklauenlinse an Popularität gewonnen und wird immer häufiger in speziellen Fällen bei Kapselsackabstinenz implantiert. 1997 haben van der Pol und Worst über die Implantation dieser Linse in die Vorderkammer an 38 Augen bei 27 Kindern mit Katarakt unterschiedlicher Genese berichtet. Die Autoren halten die Irisklauenlinse für vielseitig einsetzbar und weisen auf die kurze, atraumatische Operation hin mit einer möglichen Entfernung derselben bei geringer Traumatisierung [van der Pol, Worst 1997].

Mohr et al. verwendeten als erste 2002 die Irisklauenlinse, welche anstatt mit der üblichen konvex-planen Optikfläche zur Vorderkammerimplantation mit plan-konvexer Optikfläche in die Vorderkammer und anschließend durch die mydriatische Pupille retropupillar geschoben wurde. Die modifizierte Technik nach Amar [Rieck et al. 2007], bei der die neue abgewinkelte Haptik zur Einhaltung des Abstandes von der Irisrückfläche half, bot damit auch eine Lösung für das Problem des Pigmentabriebs [Mohr et al. 2002].

2004 nahm Lifshitz die Implantation der Irisklauenlinse bei Kindern in die Vorderkammer bei idiopathischen subluxierten Linsen vor. [Lifshitz et al. 2004]. Zwei Jahre später berichtete die Gruppe um Aspiotis über die Implantation der Irisklauenlinse bei subluxierten Linsen bei Marfan-Syndrom [Aspiotis et al. 2006].

2007 referierten Koss und Kohnen über eine Studie mit 16 Augen, die eine Sekundärlinsenimplantation der Irisklauenlinse in die Vorderkammer erhielten. Es konnte aufgezeigt werden, dass bei einer Nachbeobachtungszeit von über 22 Monaten kein signifikanter Endothelzellverlust stattfindet [Koss, Kohnen 2009].

Im European Journal of Ophthalmology stellte 2008 Sekundo ein spezielles Instrumentarium für die Implantation der Irisklauenlinse im aphaken Auge vor [Sekundo 2008].

3. Verisyse® aphake Intraokularlinse

3.1 Allgemeine Information

Die von AMO bezogene intraokulare PMMA- Linse (IOL) Verisyse® *aphake Intraokularlinse* ersetzt als Implantat die menschliche Linse und dient somit dem Ausgleich der Aphakie.

Die Verisyse® *aphake Intraokularlinsen* sind in der Kataraktchirurgie universell einsetzbar, sowohl für die primäre als auch die sekundäre Implantation nach ICCE, ECCE und Phakoemulsifikation.

3.2 Anwendungsgebiete

Es ergeben sich vorrangig drei Anwendungsgebiete der Verisyse® *aphake Intraokularlinsen* : Altersstar, Aphakie, die durch andere Behandlungen nicht korrigiert werden kann und die Kongenitale oder juvenile Katarakt.

3.3 Materialbeschaffenheit & technische Daten

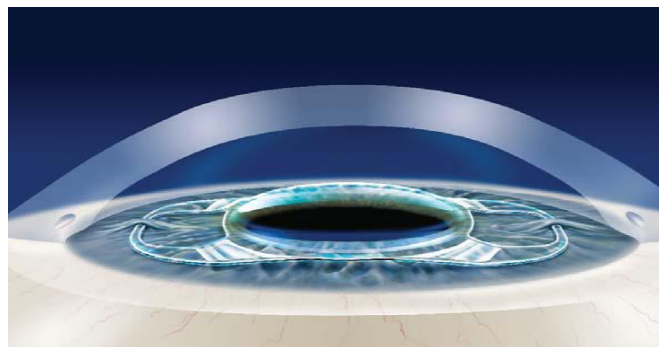


Abb.6 AMO / Advanced Medical Optics AMO Germany GmbH, Rudolf- Planck- Str. 31D- 76275 Ettlingen (Produktbeschreibung)

Der Lieferbereich der Verisyse® *aphake Intraokularlinse* reicht von +2 D bis hin zu +30 D in 1,0 D Schritten. In 0,5 D Schritten gibt es diese Intraokularlinse in den Bereich zwischen +14,5 D bis +24,5 D. [Herstellerinformation].

Die A-Konstante liegt bei 115,0 für die Vorderkammerimplantation und bei der retropupillaren Implantation zwischen 116,8 bis 117, die mit der SRK-T Formel be-

rechnet wird [Neuhann 2009] [Grabner 2011]. Das Gewicht beträgt 9,0 mg. Das Material besteht aus Perspex CQ- UV, Polymethylmethacrylat (PMMA) außerdem noch aus Tinuvin 326 und einem Benzotriazol. In diesem Fall bewirkt das Tinuvin 326 eine effektive UV- Filtration bis zu circa 400 nm. Die Lichtdurchlässigkeit beträgt 90% im sichtbaren Spektrum.

3.4 Linsenoptik und Linsenoptik

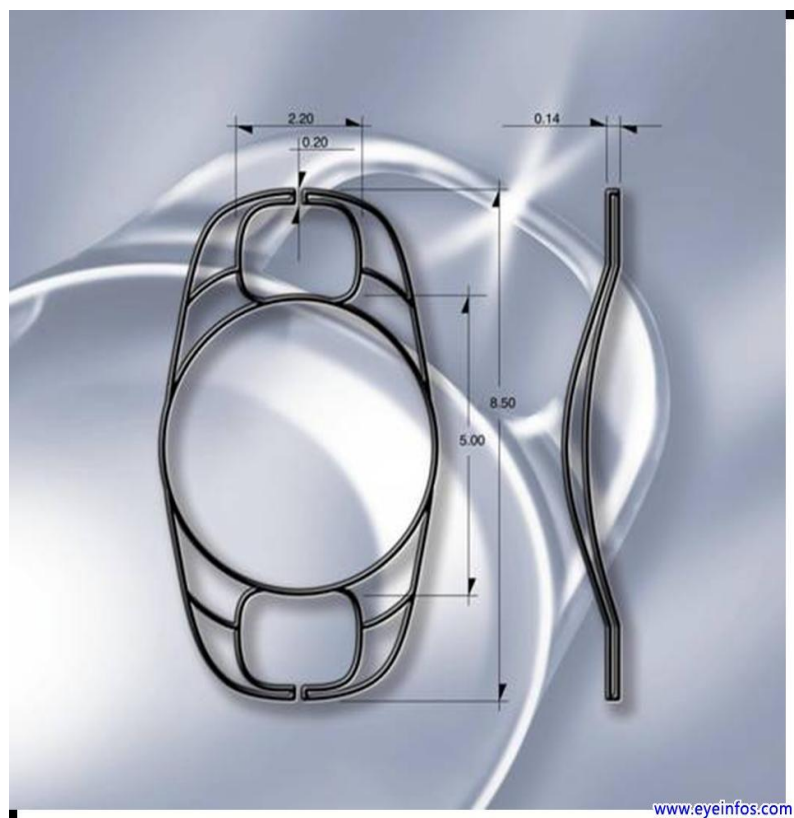


Abb. 7 Verisyse- Linse (Produktbeschreibung)

Der Optikdurchmesser der Linse beträgt 5,0 mm und der Gesamtdurchmesser liegt bei 8,5 mm. Zudem ist das Design bikonvex [Herstellerinformation; Grabner G. (2011)]. Das Optikbild ist sphärisch und wird mit einer scharfen Kante abgerundet.

Die Haptiken haben einen Durchmesser von 2,2 mm und werden vor oder hinter der Iris fixiert. In den 0,2 mm breiten Spalt wird Irisgewebe eingeklemmt, welcher den Namen „Irisklauenlinse“ erklärt. [Herstellerinformation; Kühn C. 2012].

3.5 Kontraindikationen

Bei den folgenden ophthalmologischen Gegebenheiten sollte eine Operation vermieden werden:

- Beidseitige kongenitale Katarakt
- Rezidivierende oder chronische Iritis
- Unkontrolliertes chronisches Glaukom
- Schäden der Retina oder des Nervus Opticus
- Diabetische Retinopathie
- Akute Entzündung
- schwere Irisatrophie
- Nur ein Auge mit gutem Visus
- Hornhautdystrophie

[Herstellerinformation]

3.6 Komplikationen

Diese Komplikationen könnten nach einer erfolgten Operation unter Umständen auftreten:

- Dystrophie des Corneaendothels
- Hyphaema
- Dislokation der IOL
- Dezentrierung der IOL
- Niederschläge auf der IOL
- Unkontrollierbare Erhöhung des Augeninnendrucks

[Herstellerinformation]

4. Ziel der Untersuchung

In dieser retrospektiven Studie handelt es sich um eine Erhebung über die ret-
roiridiale Kunstlinse Verisyse® *aphake Intraokularlinse* der Firma AMO™.

Die Klinik für Augenheilkunde des St. Johannes-Hospitals Dortmund führte diese im Rahmen des Prozesses der ständigen Verbesserung als qualitätssichernde Maßnahme durch.

Ziel dieser Studie ist neben dem Vergleich der Verisyse® als retropupillare irisfixierte Intraokularlinse gegenüber zum Beispiel Vorderkammerlinsen oder Sklerafixierte bzw. Sulkusgestützten Linsen, die Entscheidung für oder gegen die Nutzung der Verisyse als Standard für komplizierte Kataraktoperationen oder als sekundäre Linsenimplantation. Die Ergebnisse werden mit der Fachliteratur verglichen.

Des Weiteren sollen die Hauptursachen analysiert werden, die zum Einsetzen der Verisyse® *aphake Intraokularlinse* geführt haben. Die Erhebung der kurz- und langfristigen Komplikationen, sowie das Verhalten nach Einsetzen der Intraokularlinse werden dokumentiert. Es erfolgt ferner ein Vergleich zur Literatur bezüglich der Komplikationen von Verisyse®- und anderen Sekundärlinsen.

Die Teilnahme an der Studie galt allen Patienten aus dem allgemeinen Kollektiv der Klinik für Augenheilkunde des St.-Johannes-Hospitals Dortmund, die den Einschlusskriterien entsprachen. Bei den Patienten wurden die üblicherweise notwendigen prä- und postoperativen Diagnostiken durchgeführt. Die Auswertungen dieser Studie beziehen sich auf die Jahre 2006- 2010.

5. Methoden und Materialien

5.1. Einschluss- und Ausschlusskriterien

Für die statistische retrospektive Auswertung wurden in der Studie nur Patienten aufgenommen die eine irisfixierte retropupillare Linse des Typs Verisyse AMO 54 der Firma AMO erhielten. Diese Arbeit wurde von der Ethikkommission bewilligt. Des Weiteren sollten die Patienten in einer der zu analysierten Ursachengruppen angehören und klassifiziert sein.

Zu den Ausschlusskriterien zählen sowohl all jene Patienten, die nicht die oben genannte Linse erhielten, als auch diese, die unter einem aktiven schweren oku-

lären entzündlichen Prozess litten. Ebenfalls von der Studie ausgeschlossen worden sind Patienten, die sehr große Irisstroma- oder Pigmentepitheldefekte und/oder Rubeosis iridis und jegliche Art eines Makulaödems aufwiesen.

5.2 Präoperative Untersuchung

Die Patienten stellten sich entweder nach Überweisung des niedergelassenen Kollegen zur regulären Aufnahme und Planung der Operation auf der Station oder notfallmäßig in dem Ambulanzbereich der Klinik für Augenheilkunde vor. Nach der augenärztlichen und allgemeinen Anamneseerhebung folgte die routinemäßige ophthalmologische Untersuchung.

Die Bestimmung der bestkorrigierten Sehschärfe wurde mittels automatischen Phoropter der Firma Möller Wedel Visutron Plus/Haag Streit® und Zahlenoptotypen aus einem Abstand von 5 m ermittelt, gefolgt von der Augeninnendruckmessung per Applanationstonometer nach Goldmann. Im Anschluss erfolgte die Untersuchung der vorderen beziehungsweise hinteren Augenabschnitte durch die Spaltlampe der Firma Haag-Streit respektive durch die indirekte Ophthalmoskopie in medikamentöser Mydriasis mit den entsprechenden Lupen.

Die optimale Linsenstärke wurde durch den IOL-Master der Firma Zeiss oder situationsabhängig durch die akustische Biometrie mit dem AVISO® Ultraschallsystem der Firma Quantel medical™ und anschließend durch die Haigis-Formel berechnet. Ergänzende Untersuchungen durch Spezialgeräte zur Messung der Dicke der Netzhautmitte, die Hornhauttopographie oder die Endothelzellmessung der Hornhaut wurden durchgeführt.

5.3 Operationsvorgang

Zunächst wird das Auge des Patienten nach den Hygienestandards desinfiziert und steril abgedeckt. Anschließend erfolgt die Präparation des Tunnelschnitts durch das Anlegen von zwei Parazentesen bei 10 Uhr und 2 Uhr. Eine 2,8 mm

breite, bei 12 Uhr prälimbale, Stichinzision („Clear-Cornea-Incision“) in die Vorderkammer wird durchgeführt. Dann erfolgt die Instillation von viskoelastischer Substanz in die Vorderkammer. Danach wird die Schnitterweiterung des Tunnels auf 5,5 mm bis 6 mm vergrößert um die Irisklauenlinse in die Vorderkammer mit der konkaven Optikfläche zu platzieren.

Weiter wird durch ein Push-and-Pull-Häkchen die Linse in eine horizontale Position gebracht und mit einer Pinzette retroiridial mit der konkaven Seite nach oben hinter das Irisdiaphragma geführt. Die Enklavation erfolgt durch das Einklemmen der entsprechenden Irisfalte in die Haptiköffnung. Zum Schluss wird der Tunnelchnitt mit einer fortlaufenden 10-0 Naht genäht. Die Tonisierung des Bulbus erfolgt mit Spülflüssigkeit und Luft. Anschließend wird das Auge mit einem antibiotischen Augensalbenverband versorgt.

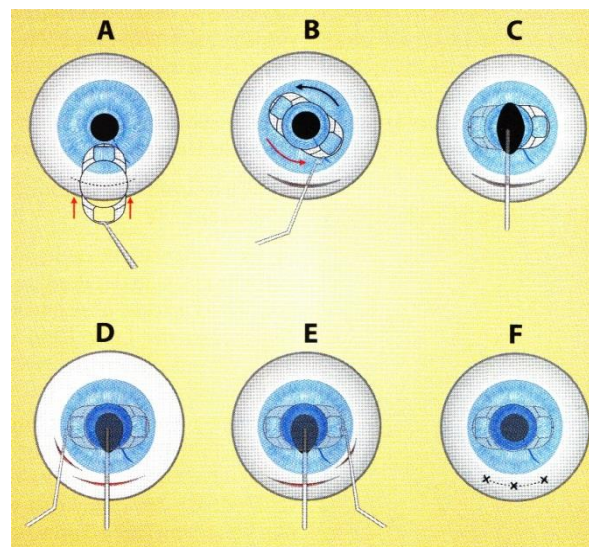


Abb. 8 Technik der Implantation einer retropupillaren Irisklauenlinse. A: Die konkave Seite wird in die VK eingeführt, B: auf der Iris abgelegt und rotiert. C: Mit der Pinzette werden die Haptiken nacheinander hinter das Irisdiaphragma geführt. D: Es wird zunächst die nasale, dann E : die temporale Haptik inkaviert. F: Vernähung des Tunnels [Auffarth 2008]

Die Operationen wurden sorgfältig dokumentiert und verschiedene Vorgehensweisen, spezielle Schnittführungen und besondere Vorkommnisse sowie Komplikationen aufgeführt. Insgesamt wurde diese Operation durch sechs Operateure

durchgeführt. Die Operationen erfolgten je nach Ausgangssituation in Tropfbetäubung (mit oder ohne Anästhesiebetreuung), Vollnarkose oder retrobeziehungsweise parabolbär. Die Operationsdauer betrug im Durchschnitt 20 Minuten in der aphaken Gruppe und 21 Minuten in der subluxierten Gruppe, hier wurden die kombinierten Operationen berücksichtigt. Ohne Kombination wurde die schnellste mit 5 Minuten in beiden Gruppen datiert. Die längste Operation betrug bei einer ppV mit IOL-Bergung 1 Stunde und 40 Minuten.

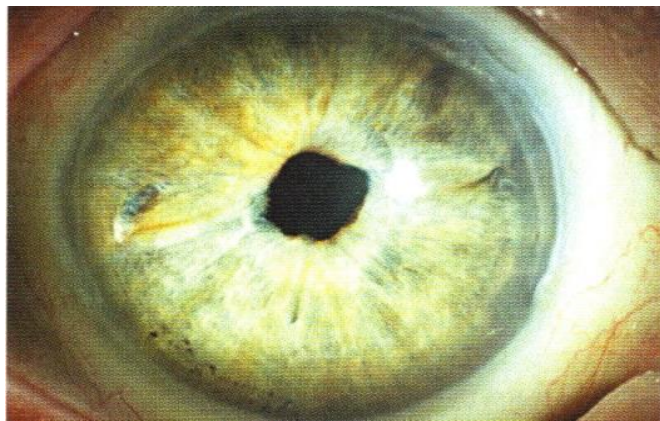


Abb.9 Ergebnis nach einjähriger Implantation einer Verisyse® *aphake Intraokularlinse* [Auffarth 2008]

5.4 Postoperative Untersuchung

Die ophthalmologische Untersuchung erfolgte am ersten postoperativen Tag und zwischen 2 und 6 Monaten nach der Operation. Hierbei wurden neben der standardisierten Visusbestimmung mit der besten Korrektur und der Spaltlampenuntersuchung mit Vorderabschnitte und Fundus, der Astigmatismus gemessen und je nach Situation zusätzliche Untersuchungen vorgenommen, wie zum Beispiel die OCT, die Non-Con Robo, der Orbscan oder den IOL-Master. Es wurde besonders auf postoperative Komplikationen geachtet wie z.B. eine frühe Hornhautschwellung, eine Pupillenverziehung oder ein Makulaödem. Hierauf wird im Kapitel 7. Ergebnisse näher eingegangen werden.

6. Untersuchungseinheiten (Angaben aller Untersuchungseinheiten vom Hersteller angegeben)

6.1 TOPCON Optischer 3D- Kohärenztomograph 3D OCT- 1000

6.1.1 Verwendungszweck

Dieses Gerät dient zur Beobachtung des Fundus sowie zur Erstellung und Abspeicherung von Tomogrammen des Augenhintergrundes.

6.1.2 Funktionsprinzip

Die optische Kohärenztomographie (OCT) ist eine noninvasive, berührungsfreie, bilderzeugende Technik, die Querschnittbilder mit einer Darstellungstiefe von 2- 3 Millimeter im Gewebe, sowie eine Axial- und Querauflösung im Mikrometerbereich hat. Das OCT ist somit ein diagnostisches Verfahren um die Tiefenstruktur der Netzhaut mittels Interferometrie darzustellen.

Das Auge des Patienten wird von fast infraroten Strahlen beleuchtet, die vom optischen Fundusbeleuchtungssystem abgegeben werden. Hierdurch entsteht ein Bild auf der CCD-Kamera, das auf dem Monitor beobachtet werden kann. Das Aufnahmelicht beleuchtet das Auge des Patienten. Das Bild von der CCD-Kamera wird im elektronischen Fundusbildformat auf den Computer übertragen.

Das Fundustomogramm wird mittels optischer Interferenz erstellt. Die fast infraroten, von der Superlumineszenzdiode (SLD) abgegebenen Strahlen werden vom Glasfaserkoppler getrennt. Die separierte Strahlung wird zum Referenzspiegel weitergeleitet und von diesem reflektiert.

Danach kehrt die Strahlung zurück zum Glasfaserkoppler.

Eine weitere separierte Strahlung wird zum Auge geleitet und vom Fundusgewebe reflektiert. Danach kehrt die Strahlung zurück zum Glasfaserkoppler. Wenn die beiden reflektierten Strahlungen aufeinander treffen und sich überlappen, entsteht eine Niederinterferenzwelle mit unterschiedlicher Schwingungsweite. Diese Welle wird über ein Beugungsgitter getrennt und anschließend über die CCD-Leitung in

ein elektrisches Signal umgewandelt. Für dieses Signal wird eine Kalkulation erstellt, um das Fundustomogramm zu erhalten. Durch die kontinuierliche Erstellung von Aufnahmen, Abspeicherung und Kalkulation des Fundustomogramms können Analysen, wie dreidimensionale Anzeigen oder quantitative Messungen mit angeschlossenem Computer erstellt werden.

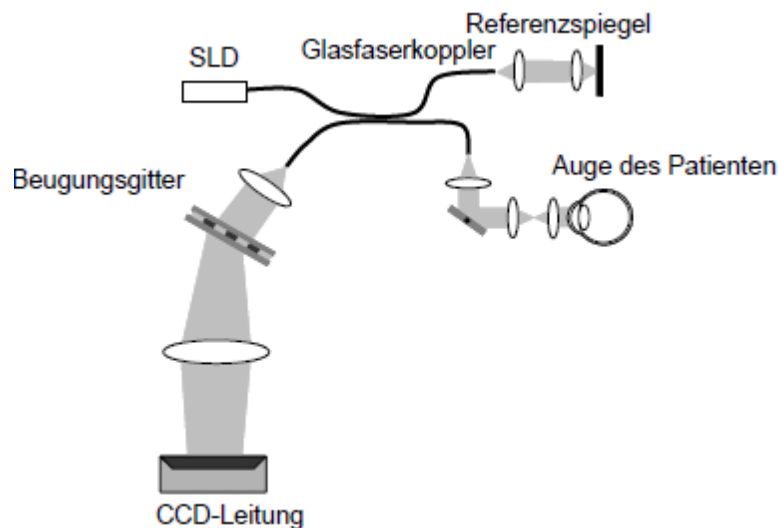


Abb.10 : Prinzip des Fundustomogramm [Benutzerhandbuch]

6.2 Konan Roncon Robo - Modell SP- 9000

6.2.1 Verwendungszweck

Das NONCON ROBO ist ein Spiegel-Mikroskop, mit dem elektronische Bilder der Hornhaut- Endothelzellen aufgenommen und die Hornhautdicke (Pachymetrie) gemessen werden können. Die so gewonnenen Aufnahmen dienen dazu, die Veränderungen der Hornhaut-Endothelzellen zum Beispiel in Folge einer Kataraktoperation oder einer Hornhauttransplantation zu bestimmen.

6.2.2 Funktionsprinzip

Photographie:

Mittels infrarotem Licht, mit welchem das Auge beleuchtet wird, wird das Gerät ausgerichtet und fokussiert. Die Kamera nimmt daraufhin eine fotografische Aufnahme der Hornhaut- Endothelzellen auf.

Messungen:

Sind die Hornhaut-Endothelzellen fotografiert worden, kann der Abstand zwischen den Hornhaut-Epithel und Hornhaut-Endothel angegeben werden und daraus die Hornhautdicke (Pachymetrie) bestimmt werden.

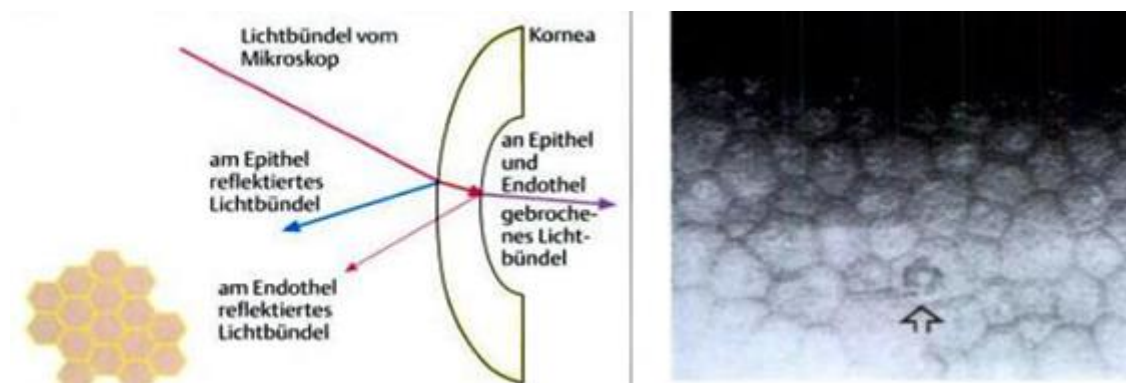


Abb. 11 Prinzip der Entstehung des Spiegelreflexbildes; Abb. 12 Endothelaufnahme des Endothels [Benutzerhandbuch]

6.3 Bausch & Lomb™ ORBSCAN™ II

6.3.1 Verwendungszweck

Der ORBSCAN II ist ein multidimensionales diagnostisches System, das mit Hilfe der Lichtspaltprojektion in Verbindung mit einem hochentwickelten Placido-System eine umfassende Analyse der Hornhaut liefert.

6.3.2 Funktionsprinzip

Der optische Messkopf scannt das Auge durch Projektion von Lichtspalten in einem Winkel von 45° ab. Insgesamt werden 40 Lichtspalte projiziert, wobei eine Folge von 20 Lichtspalten von links und eine weitere Folge von 20 Lichtspalten von rechts im Zeitraum von jeweils 0,75 Sekunden mit Erfassung von 9.000 Datenpunkten projiziert wird. Nach dem Lichtspalt-Scan wird unter Verwendung der Placido-Ringe ein weiteres Bild angefertigt. Der ORBSCAN II liefert Angaben zur Krümmung, sowie zur Topographie der Vorder- und Rückfläche der Hornhaut und analysiert die Hornhautdicke, den Messwert von Limbus zu Limbus, die Vorderkammertiefe und den Winkel Kappa. Durch die Berechnung der Krümmungsdaten in allen Richtungen gewährleistet der ORBSCAN II eine exaktere Messung der Größe, Form und des Ausmaßes von Oberflächenanomalien.

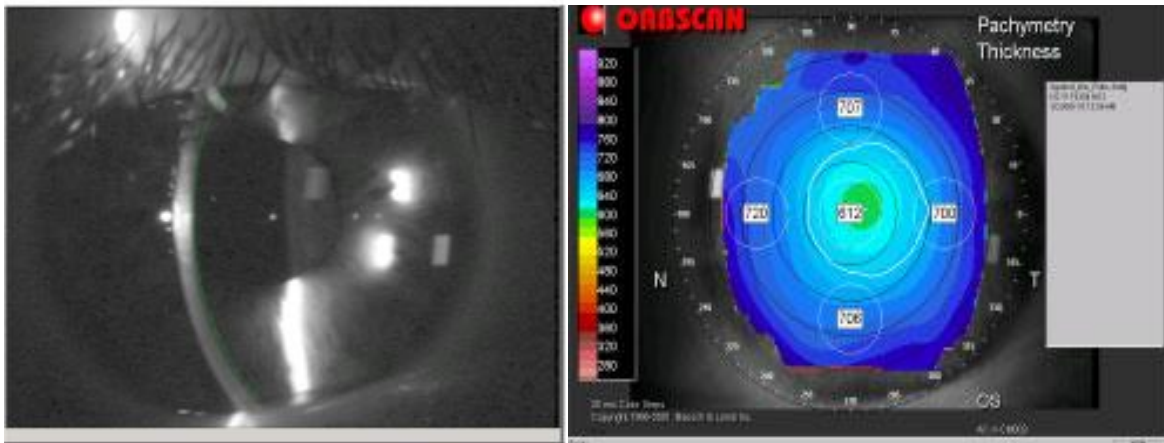


Abb 13. Messmodus [Benutzerhandbuch]; Abb 14. Pachymetrie Karte[Benutzerhandbuch]

6.4 IOL-Master® (Zeiss®)

6.4.1 Verwendungszweck

Der IOL-Master® ist ein kombiniertes Biometriegerät zur Erfassung von Daten des menschlichen Auges, welche zur Berechnung einer zu implantierenden Intraokularlinse erforderlich sind.

6.4.2 Funktionsprinzip

Mit dem Gerät werden die Achsenlänge des Auges, die Krümmungsradien der Hornhaut, die Vorderkammertiefe gemessen und optional "Weiss Zu Weiss" in einer Sitzung unmittelbar aufeinander folgend bestimmt. Alle Messungen erfolgen im non-contact-Verfahren, welches sich durch exzellenten Patientenkomfort auszeichnet.

Die Achslängenmessung beruht auf einem patentierten interferenzoptischen Verfahren (Partial Coherence Interferometry). Durch einen internen, statistisch abgesicherten Berechnungsalgorithmus sind die angezeigten Achslängenwerte zu akustischen Immersionsmessungen der Achslänge kompatibel. Somit können die bekannten Formeln, wie beispielsweise Haigis, zur IOL- Berechnung verwendet werden. Die Hornhautkrümmung wird durch Ausmessung des Abstandes von Punktmarken, welche auf die Hornhaut projiziert werden, bestimmt. Die Vorderkammertiefe wird aus dem Abstand der Schnittbilder von Linse und Hornhaut berechnet, die durch eine seitliche Spaltbeleuchtung erzeugt werden.

6.5 AVISO Ultraschallsystem - Quantel medical

6.5.1 Verwendungszweck

Die Verwendung des Ultraschalls am Auge ist eine komplikationsarme und hochgradig aussagekräftige Diagnostik zur Feststellung diverser Krankheiten, zur Verlaufskontrolle bei bereits manifesten Erkrankungen, sowie bei Katarakt vor geplanter Operation. Hier werden mit dem A-Mode des Ultraschalls die Achsenlänge des Auges und die Brechkraft der einzusetzenden Kunstlinse berechnet.

6.5.2 Funktionsprinzip

Die Sonographie ist ein bildgebendes Verfahren, welches sich auf Grund des Fehlens einer Strahlenbelastung und der einfachen Durchführung zu einem Standardverfahren der Medizin entwickelt hat.

Das Prinzip des Ultraschalls ist die Aussendung von hochfrequenten Schallwellen von einem Schallkopf (stiftartige Sonde), die auf Grund der heterogenen Zusammensetzung der diversen Gewebeoberflächen unterschiedlich reflektiert und von der Sonde empfangen werden. Daraufhin erstellt ein Computer aus den Bildern eine zweidimensionale Darstellung des untersuchten Gewebes. Es gibt dabei folgende Darstellungsmethoden der Sonographie:

- **A-Mode** (Amplitudenmodulation) – Die gemessenen und reflektierten Wellen werden ausgehend von einer Nulllinie dargestellt.
- **B-Mode** (Brightness-Mode) – Mithilfe dieser Darstellungsart wird ein Schnittbild des Augengewebes erstellt.

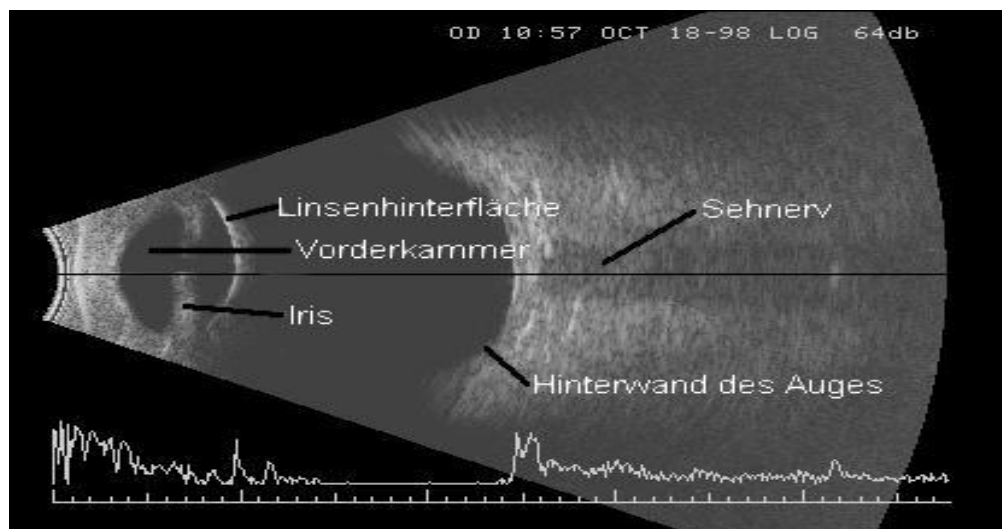


Abb. 15 Ultraschallaufnahme [Benutzerhandbuch]

7. Ergebnisse

7.1. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm MedCalc® Version 11.1.1.0 für Windows durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0,05$ festgelegt. Die Normalverteilung wurde durch den folgenden Tests bestätigt:

1.D'Agostino-Pearson Test

2.Kolmogorov-Smirnov Test

3. Chi-square Test

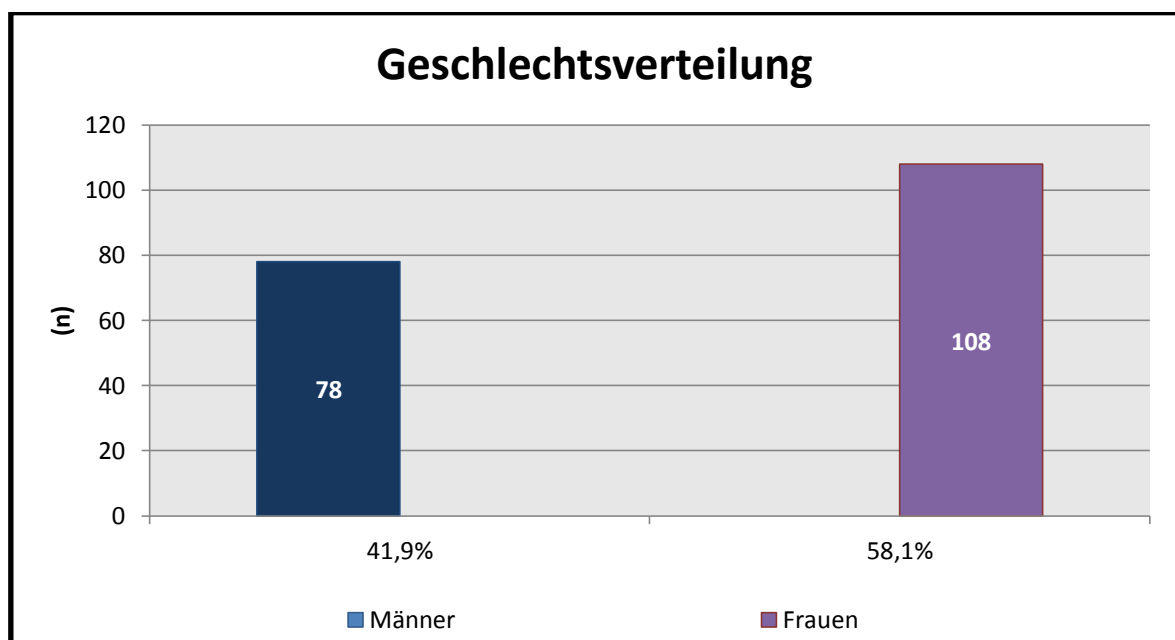
Falls eine Häufigkeitsverteilung durch diese Tests abgelehnt wurde, ist ein Test für die irreguläre Häufigkeitsverteilung zum Beispiel mit dem „Wilcoxon test“ äquivalent zum „paired sample t-test“ oder dem „Kruskal-Wallis test“ äquivalent zum „Anova test“ oder den „Rank correlation test“ äquivalent zum „coefficient correlation test“ durchgeführt worden.

7.2 Demographische Daten

In der Studie wurden alle Patienten aufgenommen, die eine Verisyse® aphake Intraokularlinse intraoperativ erhielten und nicht den Ausschlusskriterien entsprachen. Insgesamt wurden retrospektiv die Daten von 194 Augen, davon 85 rechts und 109 links, erhoben und analysiert. Dies entspricht einer Anzahl von 186 Patienten.

7.2.1 Geschlechtsverteilung

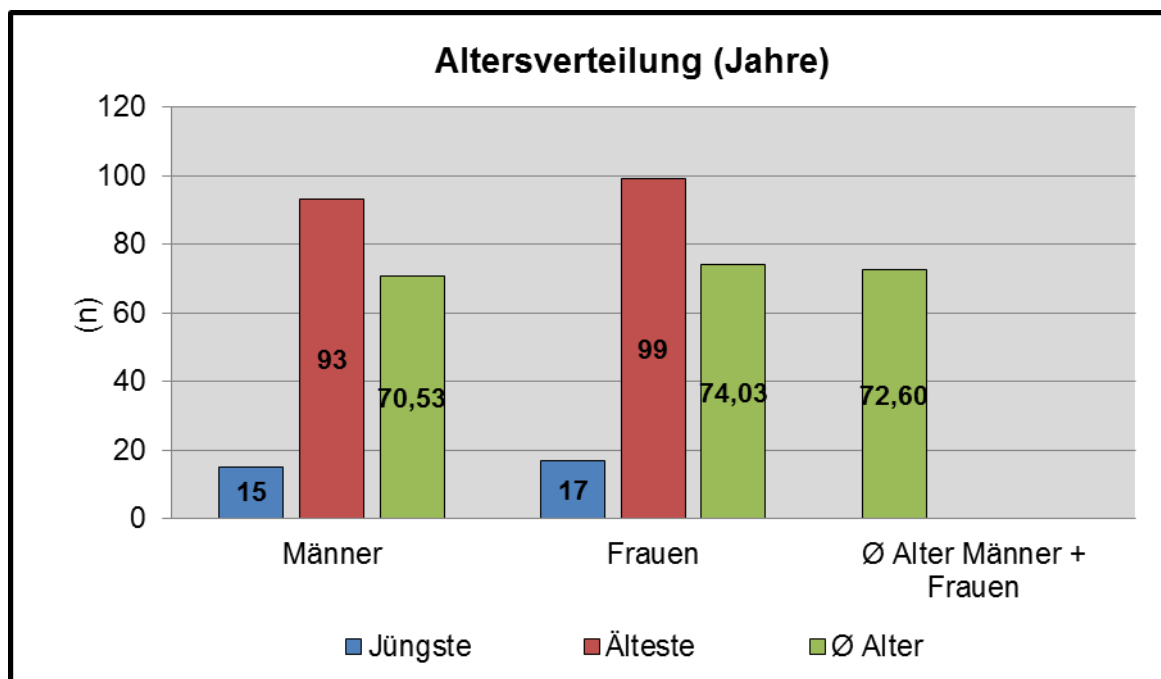
Bei den Patienten handelte es sich um 78 Männer und 108 Frauen. Die prozentuelle Verteilung ist somit für die männlichen Personen 41,9 % und für die weiblichen 58,1 %.



Diagr.1: Geschlechterverteilung

7.2.2 Altersverteilung

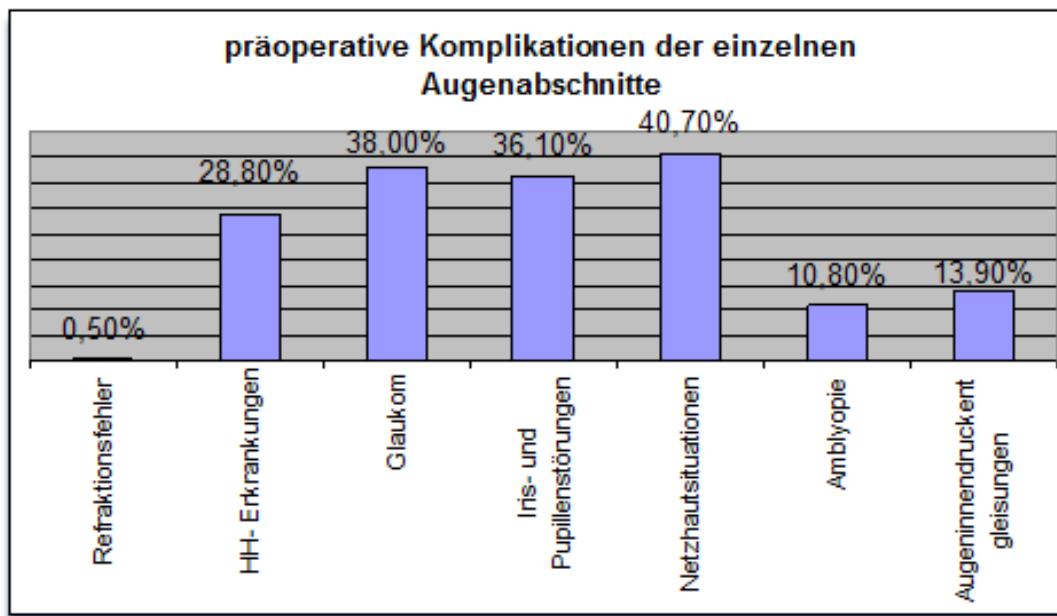
Die Altersverteilung erstreckte sich von 15 – 99 Jahren. Das Durchschnittsalter beider Geschlechter lag bei ca. 73 Jahren. Bei der Männergruppe war der jüngste 15 und der älteste 93 Jahre alt, beim weiblichen Geschlecht lag das jüngste bei 17 Jahren. Das Höchstalter der Frauen war 99 Jahre.



Diagr.2: Altersverteilung Männer, Frauen und Durchschnitt

7.3 Präoperative okuläre Befunderhebung

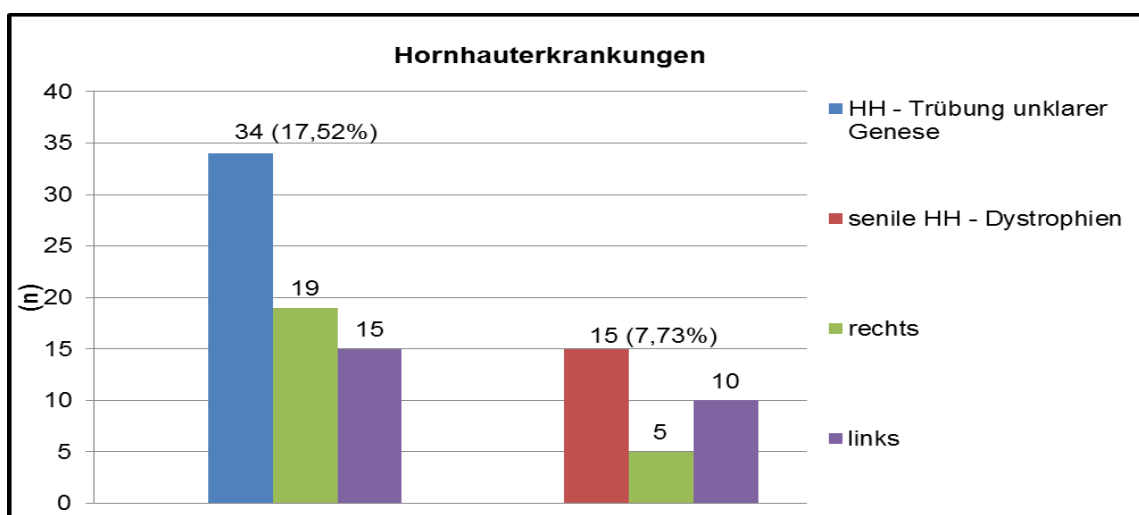
Von den 194 operierten Augen wiesen mindestens eine oder kombiniert mehrere die unten angegebenen Vorerkrankungen auf (Diagr. 3).



Diagr.3: Präoperative Komplikationen in Prozentangaben

7.3.1 Hornhauterkrankungen

Es wurden insgesamt 15 altersbedingte Hornhautdystrophien beschrieben. Davon waren 5 auf dem rechten und 10 auf dem linken Auge festgestellt worden. Eine unabhängige Hornhauttrübung jeglicher Art bei unklarer Genese ist von den 194 Augen bei 34 Augen eruiert worden. Diese wurden in 19 rechte Augen und 15 linke Augen aufgeteilt.



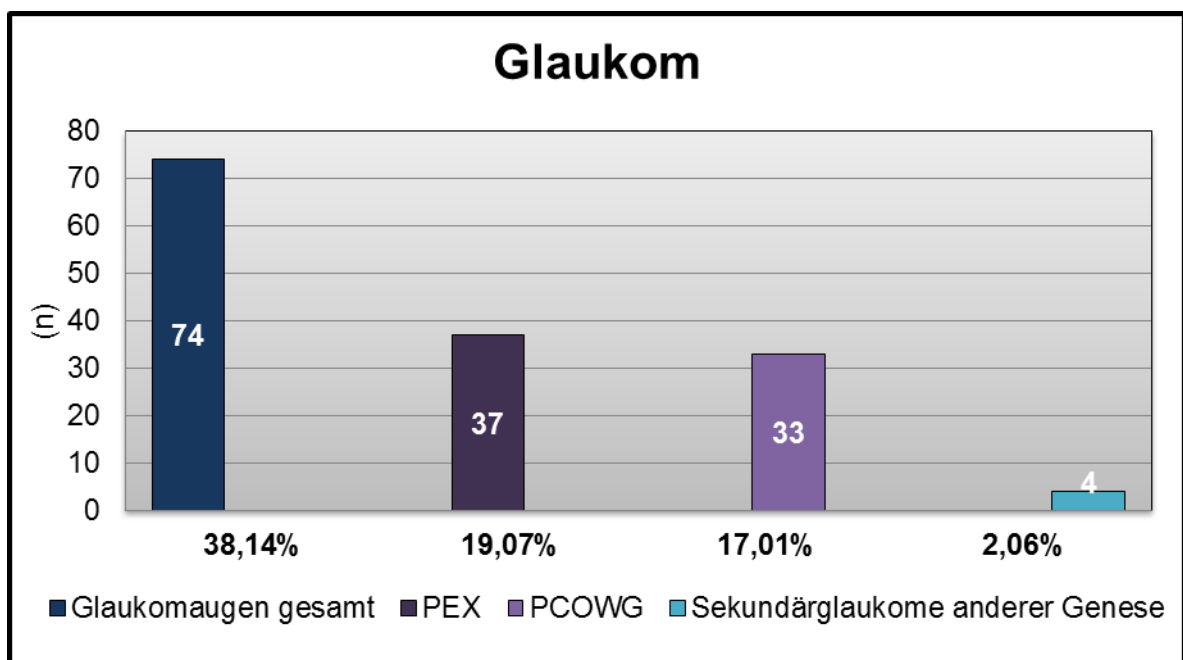
Diagr.4: Präoperative Hornhautsituationen

7.3.2 Keratokonus

Dieses eigenständige Krankheitsbild bezeichnet die fortschreitende Ausdünnung und kegelförmige Verformung der Hornhaut des Auges. In unserer Studie fanden sich von den 194 Augen die eine Verisyse® *aphake Intraokularlinse* erhielten, 7 Augen mit Keratokonus, die keine aktive Form aufwiesen und sich nicht über Stadium 2 nach der Stadieneinteilung nach Krumeich befanden. Am rechten Auge kamen wir auf die Anzahl von 3 und am linken Auge von 4.

7.3.3 Glaukom

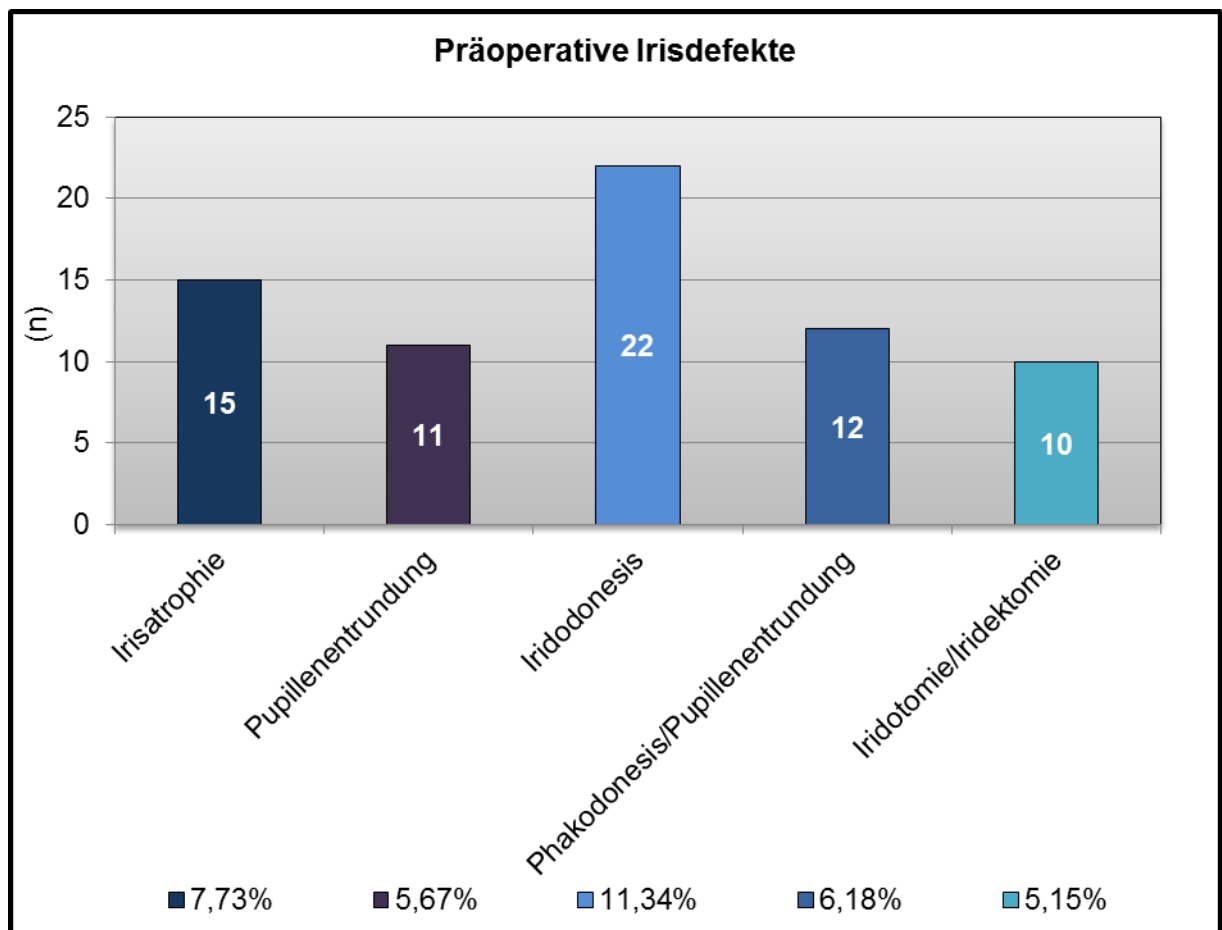
Der sogenannte grüne Star ist bei allen Patienten, die eine Intraokularlinse erhielten 74 Mal präoperativ festgestellt worden. Davon waren 37 als Pseudoexfoliationsglaukome (PEX-Glaukom), 33 als primär chronische Offenwinkelglaukome (PCOWG) und 4 Sekundäre Glaukome anderer Genese.



Diagr. 5: Präoperative Glaukomeinteilung

7.3.4 Iris

Einen vorbestehenden dezenten Irisdefekt im Sinne einer Atrophie wiesen 15 Augen auf, die Pupillenentrundung zeigte sich in 11 Fällen. Donesis der Iris mit Beteiligung der Linse wurde 22 Mal beobachtet. Die Kombination aus Phakodonesis/Pupillenentrundung wurde in 12 Augen gesehen und eine Iridotomie beziehungsweise Iridektomie war in 10 Augen vorgeschrieben.

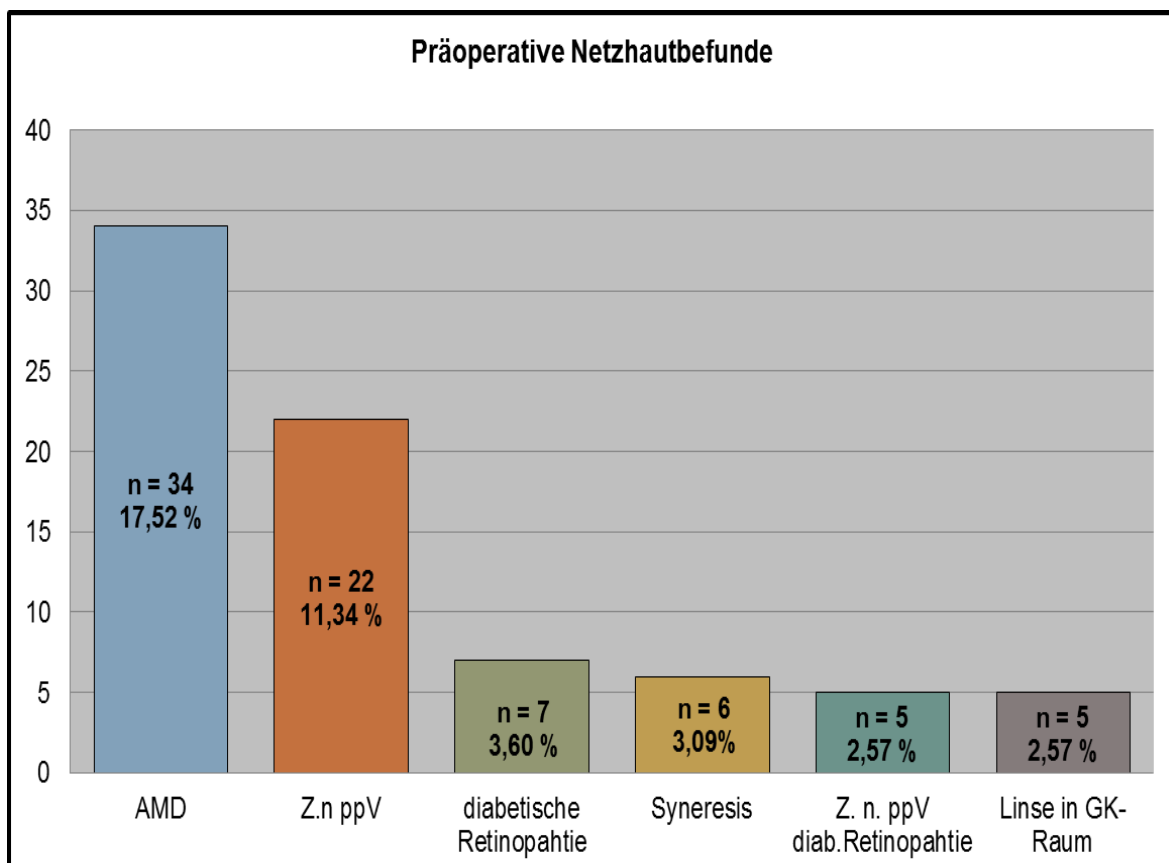


Diagr.6: Präoperative Irissituationen

7.3.5 Netzhautbefunde

Bei den Netzhautbefunden handelt es sich um vorbestehende Krankheitsbilder im schubfreien Zustand. Als da wäre die diabetische Retinopathie (7), ohne das dia-

betische Makulaödem und die Glaskörperdestruktion im Sinne einer altersbedingten Syneresis (6). Des Weiteren eine altersbedingte Makuladegeneration (AMD) in insgesamt 34 von 194 Augen, davon rechts 14 und links 20. Eine Voroperation der Netzhaut mit pars plana Vitrektomie (ppV) (22), oder die Kombination aus ppV und diabetischer Retinopathie (5) wurden ebenfalls dokumentiert und durch die präoperative Befunderhebung bestätigt. Ferner befanden sich präoperativ fünf Linsen im Glaskörperraum.



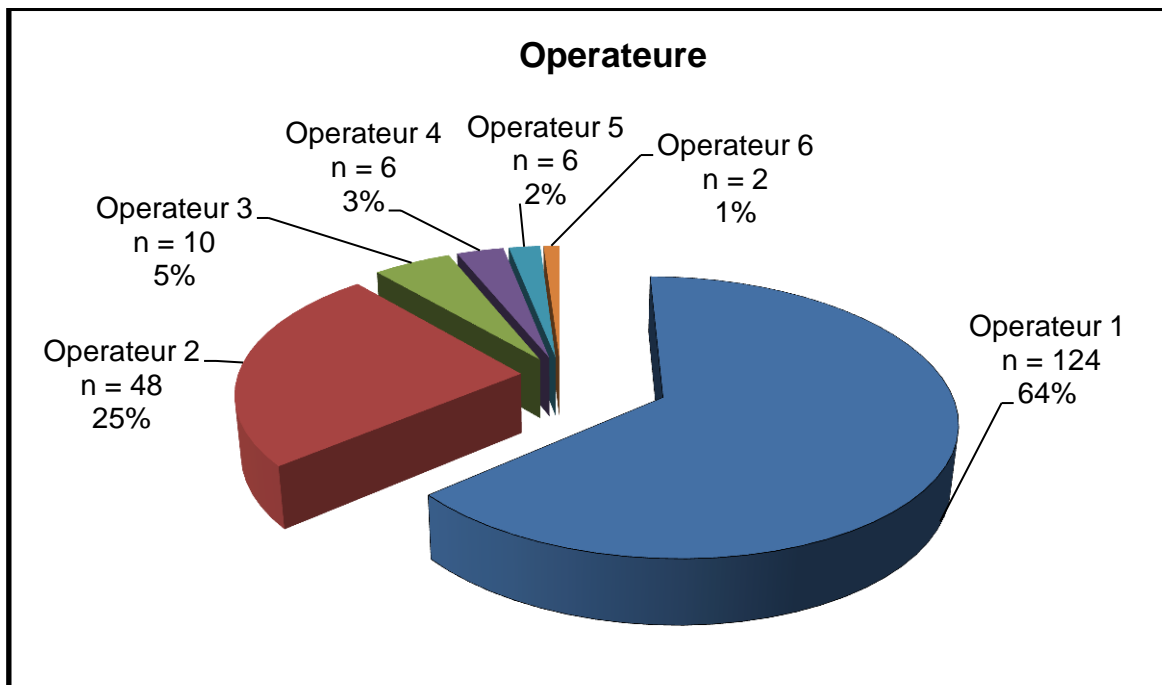
Diagr.7: Präoperative Netzhauterkrankungen

7.3.6 Amblyopie

Eine Amblyopie wurde für 21 Augen bestätigt. Insgesamt stellt das eine Prozentrate von 10,8 % aller Augen dar. Rechts ergab sich eine Summe von 13 Augen und links eine von 5 Augen. Eine beidseitige Amblyopie wurde 3 Mal festgestellt.

7.3.7 Operateure

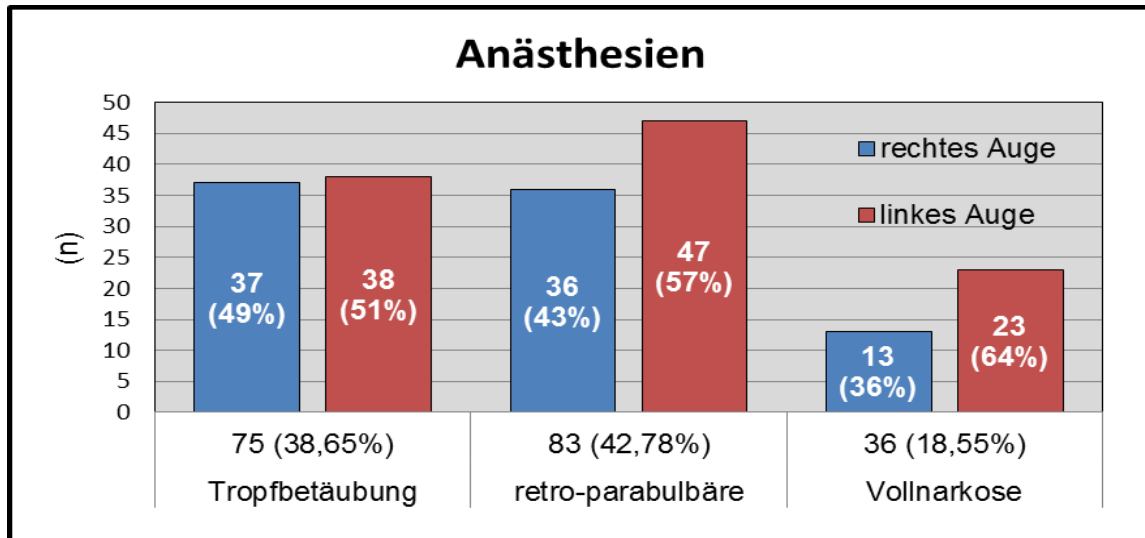
Der Eingriff wurde durch 6 Ophthalmochirurgen vorgenommen. Das Einsetzen der Intraokularlinse erfolgte durch den ersten Operateur 124 Mal. Der zweite Operateur führte diesen Eingriff 48 Mal durch. Der Dritte erreichte eine Anzahl von 10 eingesetzten Linsen. Bei den Vierten, Fünften und Sechsten ergaben sich Operationszahlen von 6 beziehungsweise 4 und 2 Eingriffen.



Diagr. 8: Prozentuale Kuchenverteilung der Eingriffe durch die Operateure

7.3.8 Anästhesien

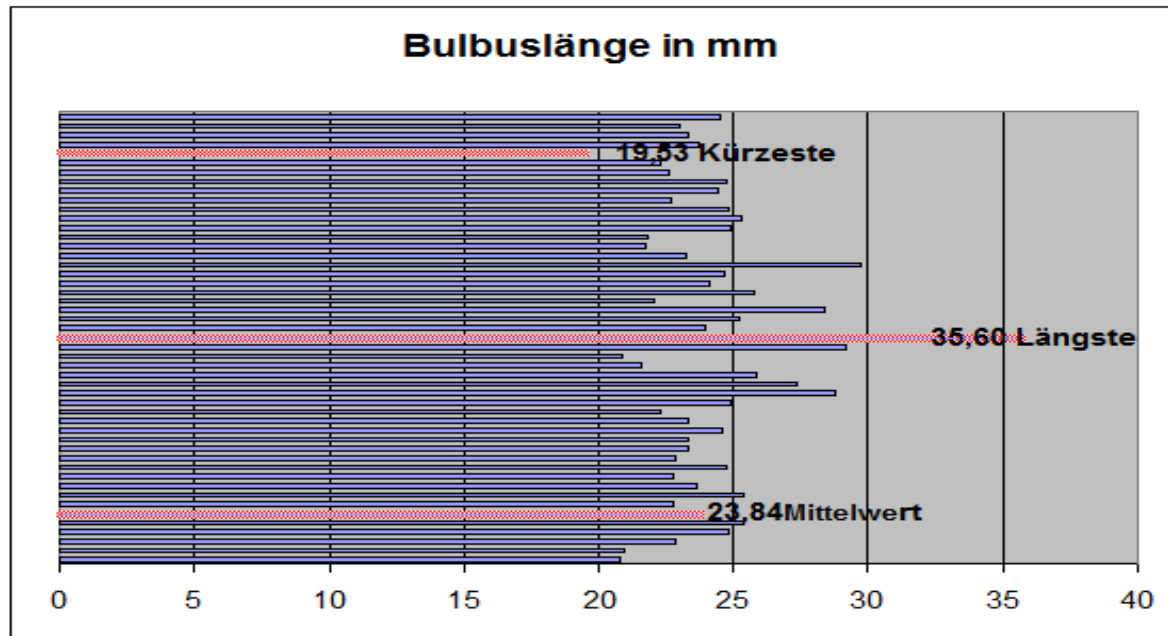
Die durchgeführten Betäubungsarten waren vorrangig die Tropfbetäubung (75), danach folgend die retro-parabulbäre Anästhesie (36) und schließlich die Vollnarkose (83). Aufgeteilt auf das rechte Auge ergibt sich eine Gesamtzahl von 86 Augen mit 37 Tropfbetäubungen, 36 in Vollnarkose (ITN) und 13 retro-parabulbäre Anästhesien, sowie für das linke eine Summe von 108 Fällen, 38 Tropfanästhesien, 47 in ITN und retro-parabulbär 23.



Diagr. 9: durchgeführte Anästhesien

7.3.9 Bulbuslängen

Für die Berechnung der Intraokularlinse wird ebenfalls die Bulbuslänge für die Haigis-Formel benötigt. Die Messbreite erstreckte sich von 19,5 mm bis 35,6 mm, der Median lag bei 23,84 mm bei einer Standardabweichung von $\pm 2,187$ mm. Individuell für die rechten Augen(85): Kürzeste 21,06 mm und längste 35,6 mm. Der Durchschnittswert lag bei 23,91 mm mit einer Abweichung von $\pm 2,17$ mm. Für die linken (109) eine Streubreite von 19,53 mm bis 31,5 mm und der Medianwert lag bei 23,78 mm mit der Standardabweichung von $\pm 2,20$ mm.



Diagr.10: Bulbuslängen von 194 operierten Augen

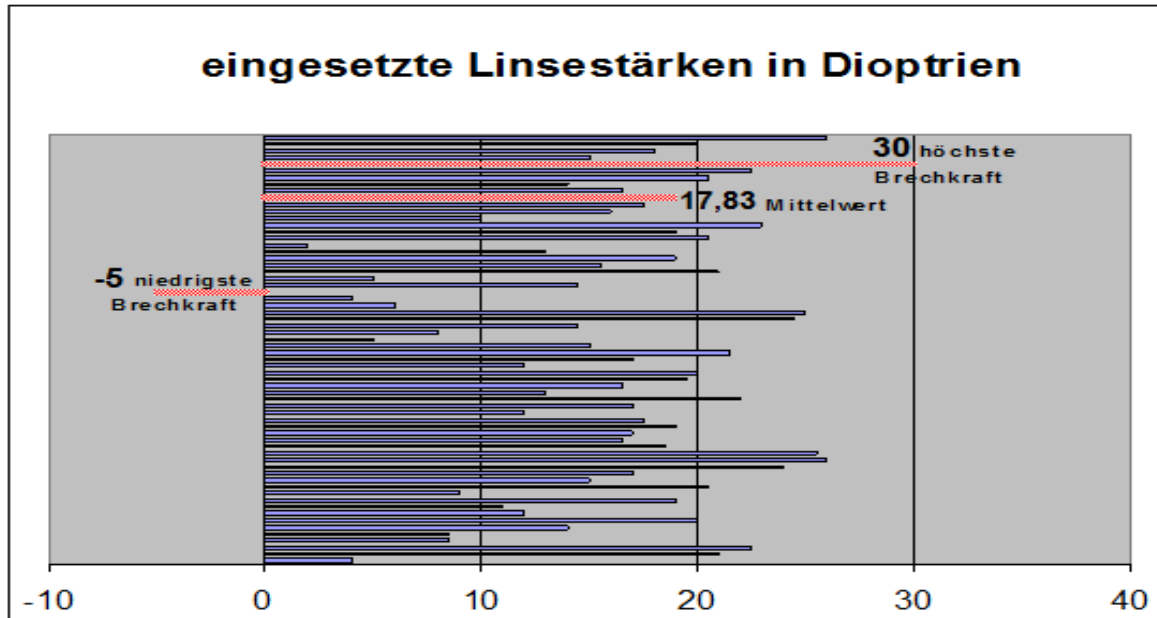
7.3.10 Vorderkammertiefen

Die gemessenen biometrischen Werte und die Werte, die durch die Haigis-Formel ermittelt wurden, sind in die Linsenstärkenberechnung eingegangen. Es ergibt sich somit eine Vorderkammertiefe mit einem Höchstwert von 5,95 mm für 70 rechte Augen; die Standardabweichung betrug $3,46 \text{ mm} \pm 1,31 \text{ mm}$. Für die linken Augen (76) lag der arithmetische Median bei 3,34 mm und $\pm 1,32 \text{ mm}$ als Abweichung. Von den verbliebenen 48 Augen waren 45 aphak und wurden durch die Formel nach Holladay berechnet. Bei 3 Augen war die Vorderkammertiefe durch den IOL-Master nicht eruierbar.

7.3.11 Linsenstärken

Die eingesetzte Linsenstärke wurde per IOL-Master© mit der Haigis-Formel berechnet. Alle vom Hersteller angegebenen abweichenden Linsenstärken wurden gesondert von der Firma AMO geliefert. Von insgesamt 194 eingesetzten Verisyse® *aphake Intraokularlinsen*, war die niedrigste Brechkraft -5 D und die höchste +30 D, der Mittelwert betrug $+17,83 \pm 5,92 \text{ D}$.

Für das rechte Auge ergab sich die niedrigste Stärke bei -5 D und höchste bei +30 D; der statistische Mittelwert lag bei $17,44 \pm 5,90$ D. Am linken Auge erwies sich die niedrigste Brechkraft bei -4,5 D und höchste bei +30 D; der Durchschnittswert befand sich bei $18,14 \pm 5,94$ D.



Diagr.11: Eingesetzte Kunstlinsenstärken in Dioptrien (D)

7.3.12 Augeninnenruckentgleisungen

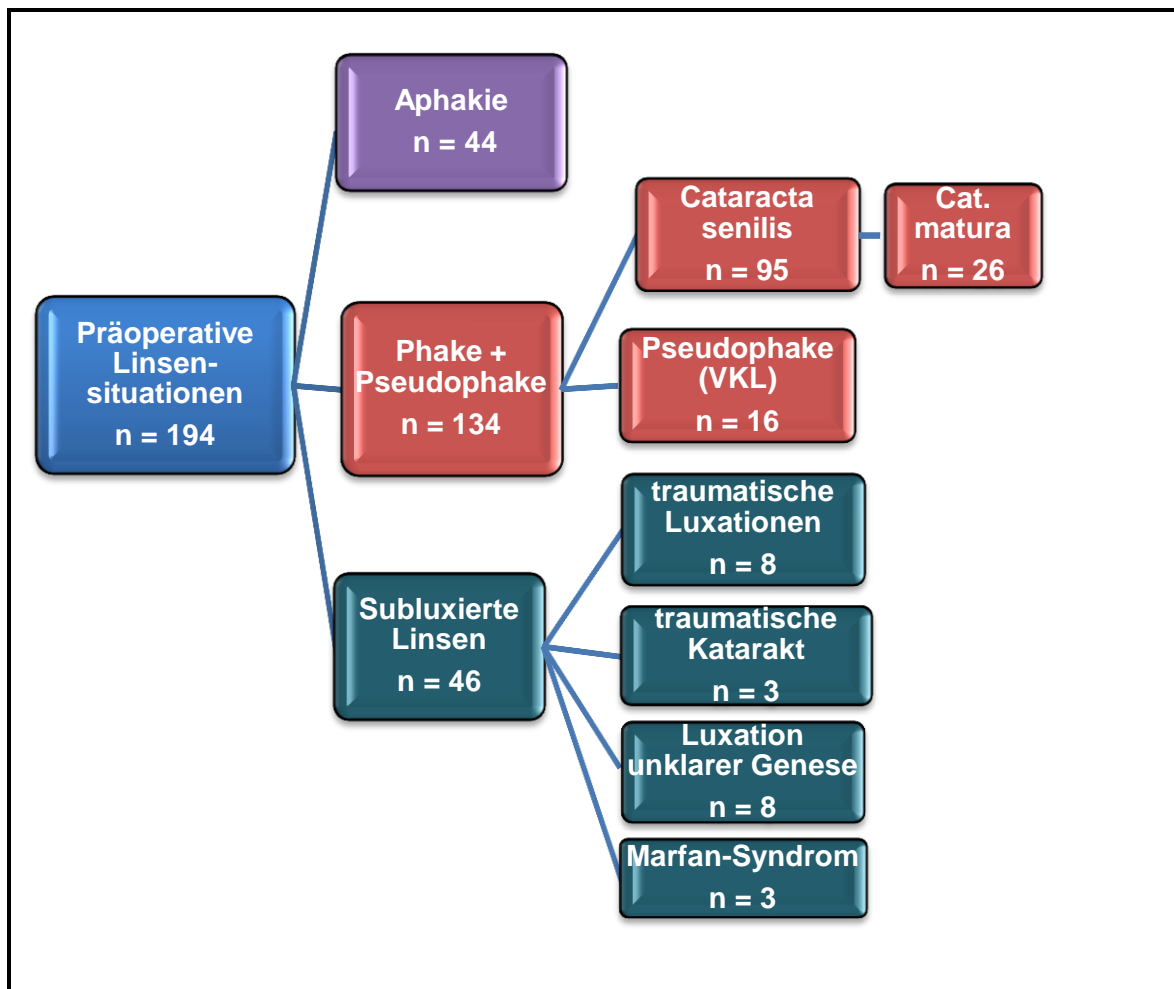
Bei dieser retrospektiven Studie wurden Unregelmäßigkeiten bei der Augeninnen-druckerhebung berücksichtigt, da sie unter anderem eine weitere Indikation zur Entfernung einer Intraokularlinse Typ Vorderkammerlinse geführt haben. Die Tensiodekompensation wurde bei 27 Augen (13,9%) beschrieben. Das rechte Auge war 10 Mal, das linke 17 Mal betroffen.

7.3.13 Präoperative Linsensituationen

Von den insgesamt 194 Augen, die eine Verisyse® erhielten, waren 44 aphak. Die restlichen 150 wurden in 134 phake und pseudophake Linsen eingestuft, wobei 95 phake Linsen mit Cataracta senilis, davon 26 mit Cataracta matura waren. Die

verbliebenen 16 waren Vorderkammerlinsen (aller Typen, unter anderem kammerwinkelgestützte und irisfixierte „Sputnik“-Intraokularlinsen).

Von der Summe aller Verisyse® *aphake Intraokularlinsen* (194) waren präoperativ subluxierte Linsen 46 (rechts 24, links 22), traumatische Luxationen 8, traumatische Katarakt 3, mit anamnestisch spontaner Luxation unklarer Genese (isoliert oder hereditär) 8 und Marfan bedingt 3 Stück.



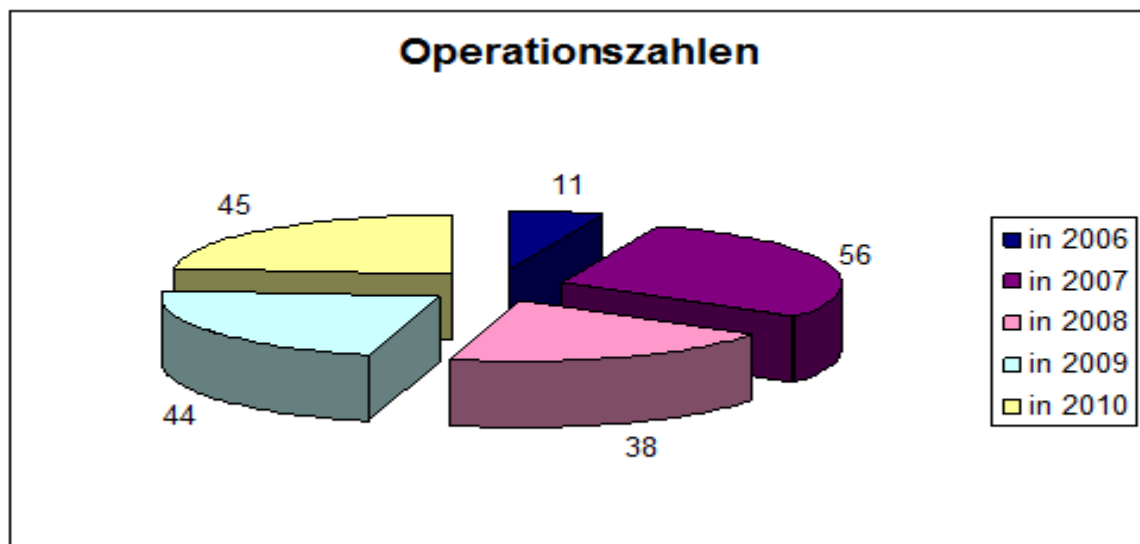
Diagr.12: Einteilung der präoperativen Linseneinteilung

7.3.14 Refraktionsfehler und Anisometropie beziehungsweise Aniseikonie

Es wurde darauf geachtet, ob sich eine verpasste Zielrefraktion nach primärer Intraokularlinsenimplantation ergab. Dies ist bei 2 Patienten aufgetreten. Zusätzlich beklagten 2 Patienten eine Anisometropie beziehungsweise eine Aniseikonie.

7.3.15 Jahresstatistiken

Die Operationsjahre über die sich die retrospektive Studie erstreckt, liegen zwischen Oktober 2006 und Dezember 2010. Von den insgesamt 194 durchgeführten Eingriffen waren 5,7% (11) 2006, 28,9% (56) 2007, 19,6% (38) 2008, 22,7% (44) 2009 und 23,1% (45) 2010.



Diagr.13: Operationszahlen aufgeteilt in Jahren

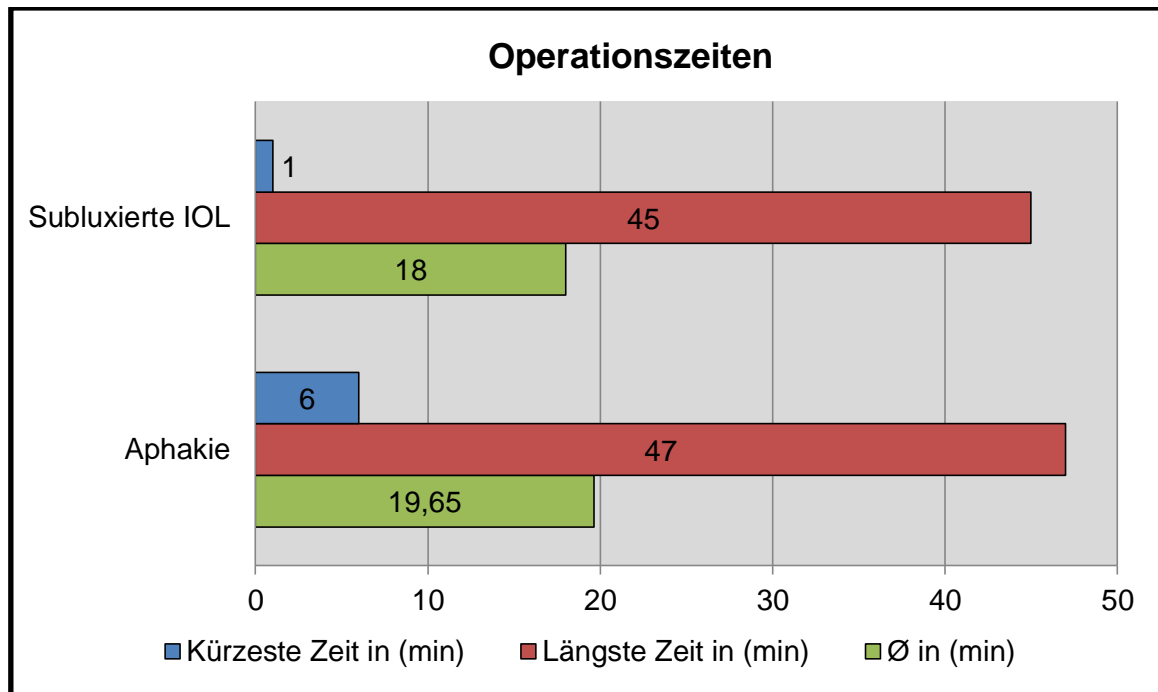
8. Intraoperativer Verlauf

8.1. Operationsdauer

Die Dauer für die Implantation einer Irisklauenlinse retropupillar wurde in zwei Kategorien aufgeteilt.

Zum einen die Aphakiegruppe, bei der die zügigste Zeit bei 6 Minuten lag und die längste bei 47 Minuten. Durchschnittlich benötigten alle Operateure für eine Enklavation 18 Minuten. Die andere Gruppe betrifft die subluxierten Linsen. Die Ergebnisse liegen ähnlich wie bei der Aphakiegruppe. Die schnellste Operation endete nach eine Minute und die ausgiebigste nach 45 Minuten.

Operationenzeiten die bei diesen Kategorien zusätzliche Schritte benötigten wie z.B. Bergung einer IOL aus dem Glaskörperraum mittels pars plana Vitrektomie oder Keratoplastik wurden nicht berücksichtigt.



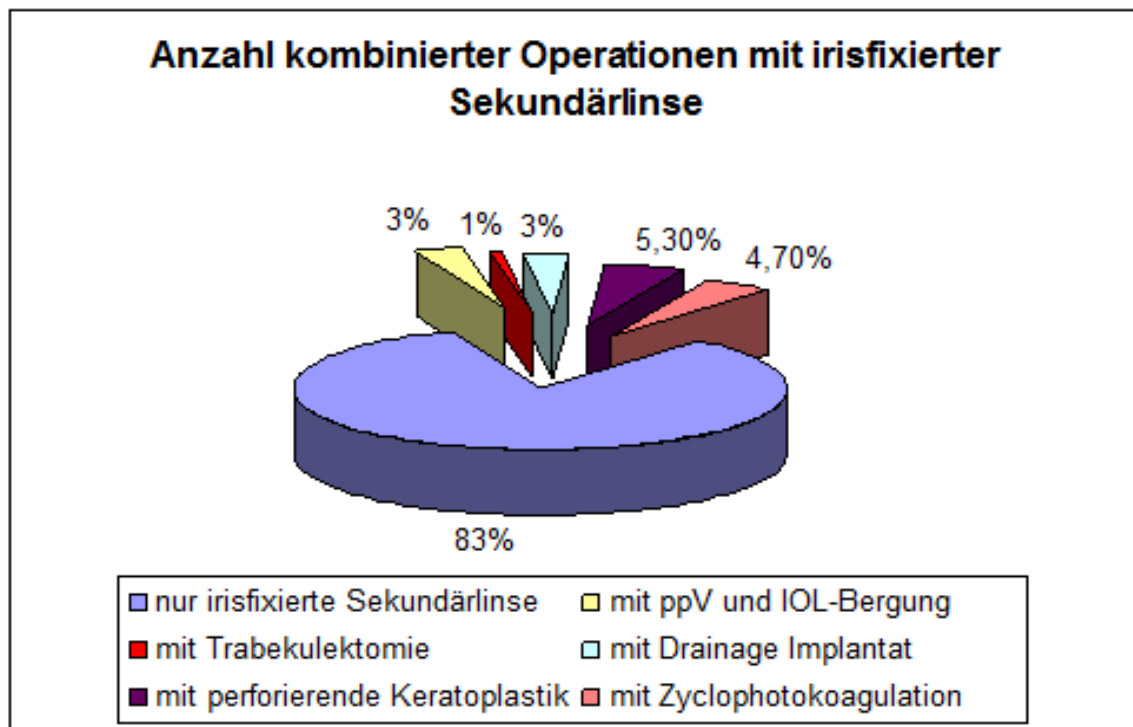
Diagr. 14: Operationszeiten der subluxierten und aphaken Gruppe

8.2 Kombinierte Operationen

Diese Operationen wurden gleichzeitig mit der retroiridialen Intraokularlinsenimplantation ausgeführt. Von insgesamt 194 Augen erfolgte bei 10 eine perforierende Keratoplastik.

Die Verteilung: 6 rechts und 4 links. Bei 9 Fällen führten wir eine Zyklphotokoagulation durch, davon waren auf dem rechten Auge 4 und auf dem linken 5. Es kam 6 Mal zum Einsetzen eines Drainage-Implantates Typ Ahmed-Valve, wobei rechts 2 und links 4 eingeführt wurden. Eine Iridektomie führten wir 3 Mal durch. Zwei Mal rechts und 1 Mal links. Die Trabekulektomie kam in 2 Augen zustande, wobei beide auf dem rechten Auge durchgeführt wurden. Eine unausweichliche

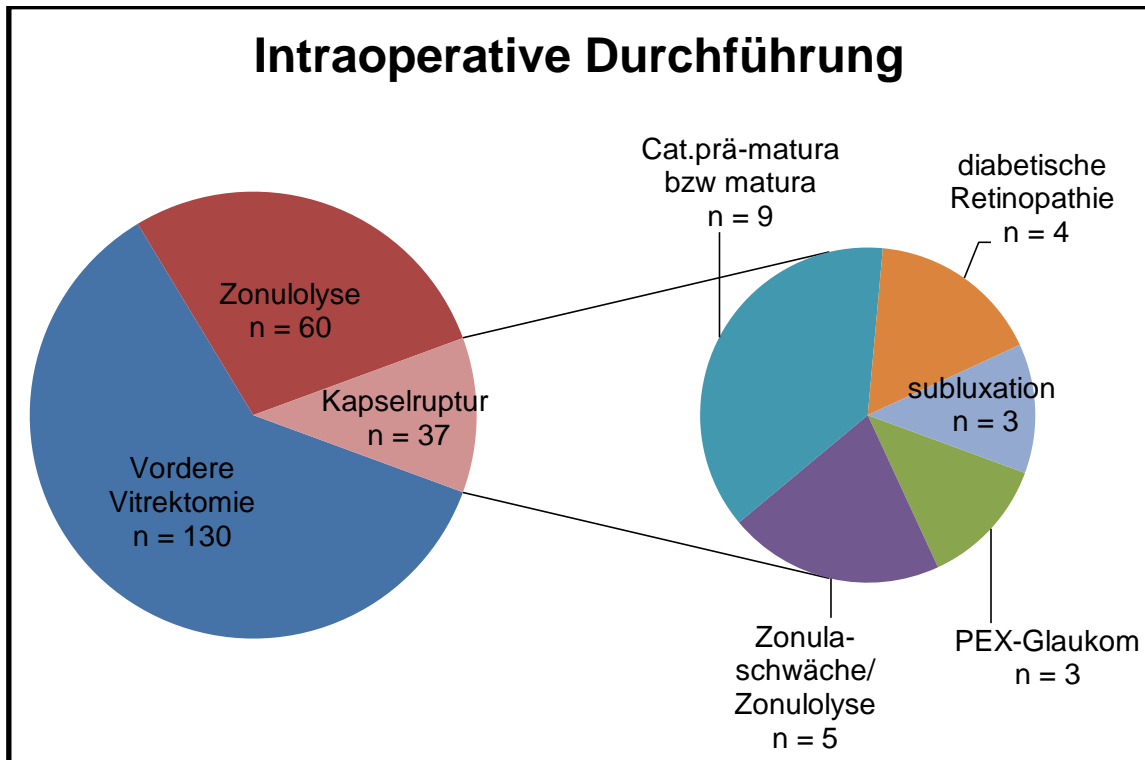
ppV zur IOL-Bergung erfolgte in 6 Fällen. Beide Augen wurden jeweils 3 Mal operiert.



Diagr.15: Anzahl kombinierter Operationen

8.3 Intraoperative Durchführung

Da es in den häufigsten Fällen zu einem Glaskörperverlust kam oder um einen Glaskörperprolaps zu vermeiden, wurde summarisch die vordere Vitrektomie 130 Mal angewendet. Davon waren 62 auf dem rechten und 68 auf dem linken Auge. Eine Zonulolyse wies sich in 60 Augen nach, davon rechts 27 und links 33 Mal. Eine Kapselruptur wurde 37 verursacht beziehungsweise vorbeschrieben. Am rechten Auge 14 und auf dem linken 23 Mal. Drei davon korrelierten mit einem PEX-Glaukom, 5 mit einer Zonulaschwäche beziehungsweise Zonulalyse, 9 mit einer Cataracta prä-matura beziehungsweise matura. Eine Retinopathie konnte 4 Mal und eine Subluxation in 3 Fällen in Verbindung gebracht werden. Insgesamt macht dies 38,9 % aller verursachten Kapselrupturen.



Diagr. 16: Kreisdiagramm unter anderem mit Ätiologie der Kapselruptur

9. Frühe postoperative Komplikationen

Diese wurden am ersten postoperativen Tag oder während des stationären Aufenthalts beschrieben, welcher durchschnittlich 2 bis 3 Tage andauerte.

Die frühe postoperative Pupillenentrundung zeigte sich in 20,6% aller Augenoperationen (40). Der traumatische Irisdefekt beziehungsweise die Iridodonesis trat 5 Mal auf, d.h. bei 2,5% von 194 operierten Augen. Kombiniert zeigte sich dieses Phänomen relativ selten (2), nämlich in 1,03 % aller Fälle.

Des Weiteren wurde ein Hornhautödem (32) und eine isolierte Hornhauterosio (6) beobachtet. Kombiniert wurden drei Fälle beschrieben. Da diese Komplikation isoliert und/oder kombiniert in etwa 21 % aller Fälle auftrat, wurde diese Beobachtung weiter analysiert. Hier konnte gezeigt werden, dass bei Kapselruptur (8) und maturer Katarakt (7) das Hornhautödem häufiger auftrat, wohingegen es bei perforierter

Kapselruptur nur einmal beobachtet wurde beziehungsweise kombiniert mit Hornhauterosion 4 Mal auftrat.

Blutungen in der Vorderkammer im Sinne eines angedeuteten Hyphämas kamen bei 16 Augen und somit bei 8,2% von 194 Operationsaugen vor, diese erklären sich wie folgt: 2 von der maturen Katarakt, 3 nach Drainage-Implantat, 2 nach perforierender KPL. Bei der Zonulalyse zeigte sich dies in 5 Fällen und ebenfalls bei 3 subluxierte Linsen, jeweils 1 Mal nach ppv mit IOL-Bergung und nach Iridektomie.

Eine Fibrinausschüttung wurde insgesamt 13 beschrieben und behandelt, davon wurden 5 im Zusammenhang mit einem Drainage-Implantat gebracht, ebenfalls 3 mit einer Zyklophotokoagulation, 3 Mal nach prämatüre Katarakt, 1 nach kombinierter ppv und 1 nach KPL. Eine isolierte Fibrinausschüttung nach der irisfixierten Linsenimplantation lag nicht vor.

Eine frühe AH-Amotio postoperativ wurde in 8 Augen entdeckt, davon waren 3 von der maturen Katarakt - ca. 11,5 % aller weit fortgeschrittenen Katarakte. Die korrelierte Bulbushypotonie zeigte sich in 5 von 8 Fällen.

Ein Seidelphänomen (Nachweis von kleinen Leckagen des Schnitts) (7) wurde aufgrund einer insuffizienten Naht 6 Mal beobachtet. Davon wurde bei einer erneute Nahtversorgung vorgenommen. Ein weiteres Mal wurde bei einem Zustand nach Trabekulektomie zusätzlich ein Seidelphänomen postoperativ registriert.

Ein frühes Makulaödem wurde in 7 Fällen postoperativ beobachtet, in Korrelation war dieses mit einer maturen Katarakt, sowie nach IOL-Bergung, ppv und 1 Mal bei subluxierter Linse.

Eine Tensionsentgleisung zeigte sich bei insgesamt 194 Augen 3 Mal. Eine kombinierte Zyklophotokoagulation und eine intraoperative Kapselruptur konnten in Verbindung mit dieser Komplikation gebracht werden.

Eine Verklebung der Pupille kann durch Verklebungen der Regenbogenhaut mit der Linse und damit zu hinteren Synechien führen. Postoperativ beobachteten wir 3, davon 1 bei Ahmed Valve und 1 bei Keratoplastik (KPL).

Frühe Post-Op Komplikationen	%
Pupillenverziehung	20,6
Hornhautödem	16,5
Vorderkammerblutung	8,2
Fibrin	6,7
Aderhautamotio	4,1
Seidel	3,6
Frühes Makulaödem	3,6
Bulbushypotonie	2,58
Frühe Augeninnendruckerhöhung	1,55
hintere Synechien	1,55

Tab. 3 Prozentuelle Angabe aller frühen postoperativen Komplikationen

9.1 Späte postoperative Komplikationen

Hierunter kam es ebenfalls zu einigen Komplikationen bei der Nachkontrolle.

Eine dauerhafte Pupillenentrundung im Sinne einer katzenartigen Verziehung, zeigte sich in 8,2 % aller Fälle: also bei 16 der 194 operierten Augen.

Der Irisdefekt vor allem an den Enklavationsstellen war in 13 Augen beobachtet worden.

Das Hornhautödem in der zweiten postoperativen Kontrolle wurde 3 Mal beschrieben. Insgesamt 11 Hornhäute wiesen Pigmentablagerungen auf ihrem Endothel auf. Damit stellt sich diese Komplikation bei ca. 5,7 % aller operierten Augen die eine Verisyse® *aphake Intraokularlinse* erhielten dar.

Gesondert wurde die Pseudophakodonesis in 4 Augen festgestellt. Die Iridodonesis isoliert wurde 3 Mal beobachtet. Gemeinsam sah man dieses Bild ebenfalls 3 Mal, also insgesamt in 5% aller mit Intraokularlinsen versorgten Augen.

Ein Makrophagenbeschlag der Intraokularlinse ohne Schädigung dieser zeigte sich bei 5 Augen.

Ein Makulaödem konnte 5 Mal mit der optischen Kohärenztomographie dargestellt werden, ebenfalls wurden insgesamt 22 Makulaveränderungen im Sinne von subretinalen Blutungen, epiretinale Gliosen und Drusenbildung beziehungsweise Drusenzunahme eingetragen. Diese Erscheinungen konnten in diesem Aspekt kombiniert 2 Mal dargestellt werden.

Von dieser Gruppe, die etwa 15 % beansprucht, gehen insgesamt 5 Makulaveränderungen und eine kombiniert (Makulaödem und Makulaveränderung) auf die präoperative trockene altersbedingte Makuladegeneration zurück.

Eine erhöhte Augeninnendrucklage fand sich in 5 von den insgesamt 194 Augen. Davon sind 3 präoperativ bekannte Glaukome gewesen.

Eine Reenkalvation der retropupillaren Intraokularlinse war in 2 Fällen notwendig und an einem Patienten war sogar eine erneute Enklavations Operation nach der Re-Enkalvationsoperation erforderlich, also insgesamt 4 Mal.

Die postoperative späte Komplikation als Blendgefühl tauchte bei 3 Augen auf, wobei 3 weitere Patienten über monokulare Doppelbilder klagten. Alle 6 Augen konnten mit einem Irisdefekt oder Pupillenentrundung oder bzw. beides in Verbindung gebracht werden. Speziell bei der Doppelbildsymptomatik ist eine Linse mit dem Marfan-Syndrom und eine mit einer Astigmatismuszunahme nach der Operation beobachtet worden.

Zwischen der frühen und späten postoperativen Kontrolle kamen 3 Patienten mit einer Netzhautablösung erneut in die Klinik, davon war 1 durch die Katarakta matura bedingt.

Der Verdacht einer sterilen Endophthalmitis (bzw. TAS-Syndrom) beträgt ca. 2% - 4 Augen von insgesamt 194. Diese zeigte sich zwischen der ersten und zweiten postoperativen Kontrolle. Sie konnte mittels intensiver lokaler Tropftherapie (mit Kombinationspräparaten aus Gentamycin, Dexamethason und Moxifloxacin) und systemischer Therapiegabe aus Prednison Tabletten (mg/kg KG) innerhalb kürzester Zeit beseitigt werden.

Komplikationen bei der späten Kontrolle	%
Pupillenverziehung	8,2
Irisdefekt	6,7
Endothel- pigmentierung/ - beschlag	5,7
Pseudophako-/Iridodonesis	5,1
Makrophagenbeschlag auf der Verisyse®	2,57
Irvine-Gass-Syndrom (Makulaödem)	2,56
Augendruckentgleissung	2,56
Reenklavation	2,1
Blendgefühl	1,5

Tab.4 Prozentuelle Darstellung aller Komplikationen bei der sechsmonatigen Kontrolle

Komplikationen zwischen 1. und 2. Kontrolle	%
Sterile Endophthalmitis (TAS Syndrom)	2
Netzhautablösung	1,5

Tab.5 Komplikationsrate zwischen der frühen und späten postoperativen Kontrolle

10. Präoperative und postoperative Vergleiche

10.1 Bestkorrigierter Fernvisus gesamt

Die bestkorrigierte Sehschärfe für die Ferne (BCVA) wurde monokular mit den Snellen Optotypen eruiert und mit dem bestkorrigiert postoperativen Visus ebenfalls monokular verglichen. Beim Anova-Test zeigt sich, dass der präoperative Visus (Baseline) mit einem Mittelwert von 0,21 im Vergleich zum ersten postoperativen Tag (1Day; Mittelwert 0,23) nicht statistisch signifikant war. Allerdings zeigte sich eine statistische Signifikanz ($p < 0,001$) hinsichtlich vor- und nachoperierter Sehschärfen (zweite Kontrolle) bei 194 operierten Augen (präoperativ, postoperativ, zweite Kontrolle). Der Mean bei der letzten Kontrolle (2 - 6 Mth) betrug 0,32.

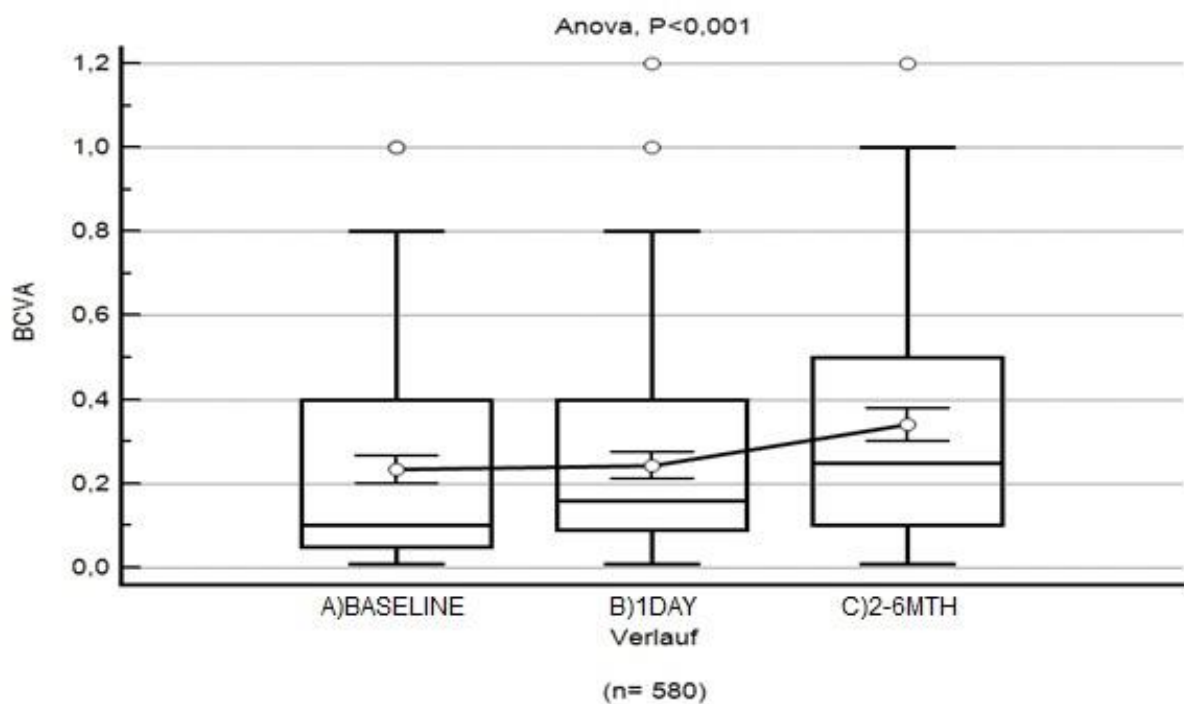


Abb.16 Bestkorrigierter Fernvisus im gesamten Verlauf

10.1.1 Bestkorrigierter Visus in der Aphakiegruppe

Bei Betrachtung und Berücksichtigung einiger Gruppen und Vorerkrankungen lässt sich ebenfalls ein signifikanter Visusanstieg verzeichnen.

In der Aphakiegruppe konnte mit dem „paired samples t-test“ bei insgesamt 44 Augen ein statistisch signifikanter Visusanstieg mit $p = 0,006$ gezeigt werden. Der präoperative Mittelwert des Visus lag bei $0,18 \pm 0,18$ mit der Snellen-Visusprüfung. Der Mean der postoperativen Sehschärfe bei der letzten Kontrolle betrug $0,29 \pm 0,25$. Die Mittelwertdifferenz zwischen der präoperativen (Baseline) und der postoperativen Kontrolle (2 - 6 Mth) ist $0,11 \pm 0,26$.

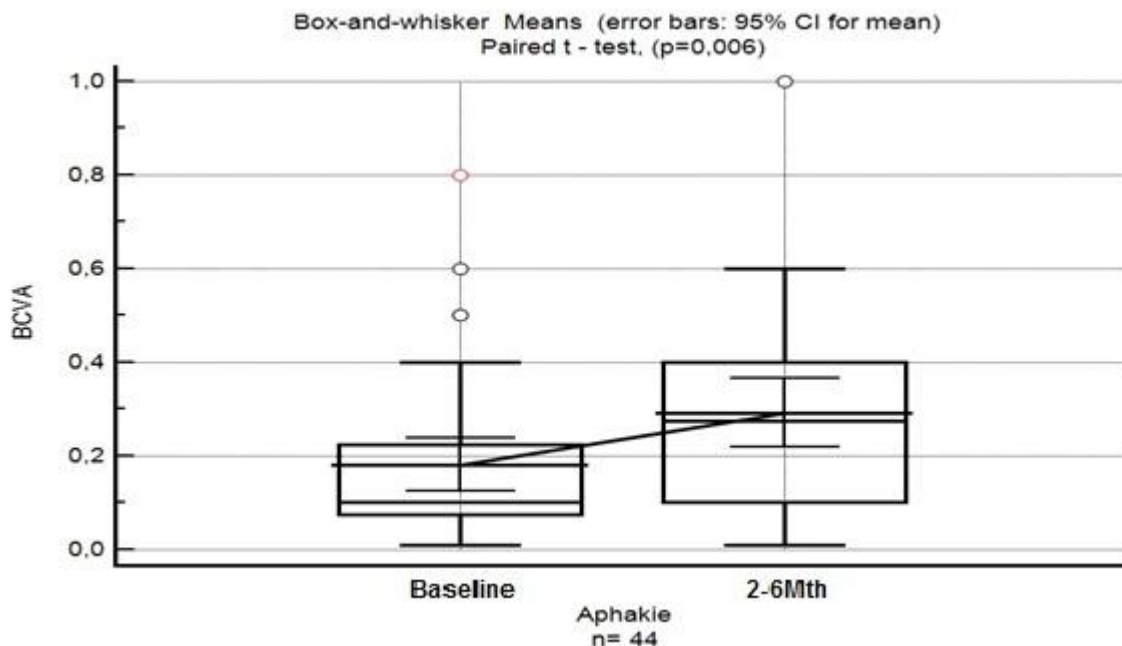


Abb.17 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: Aphakie

10.1.2 Bestkorrigierter Visus bei der Cataracta senilis Gruppe

Von den insgesamt 95 senilen, altersbedingten Katarakten konnte ein Anstieg mit einer Signifikanz von $p < 0,0001$ im „paired samples t-test“ gezeigt werden. Der Mittelwert präoperativ lag bei 0,24 mit einer Standardabweichung von $\pm 0,22$. Bei der zweiten, letzten Kontrolle lag der Visus bei $0,39 \pm 0,3$. Die durchschnittliche Meandifferenz lag bei 0,15 und einer Standardabweichung von $\pm 0,25$.

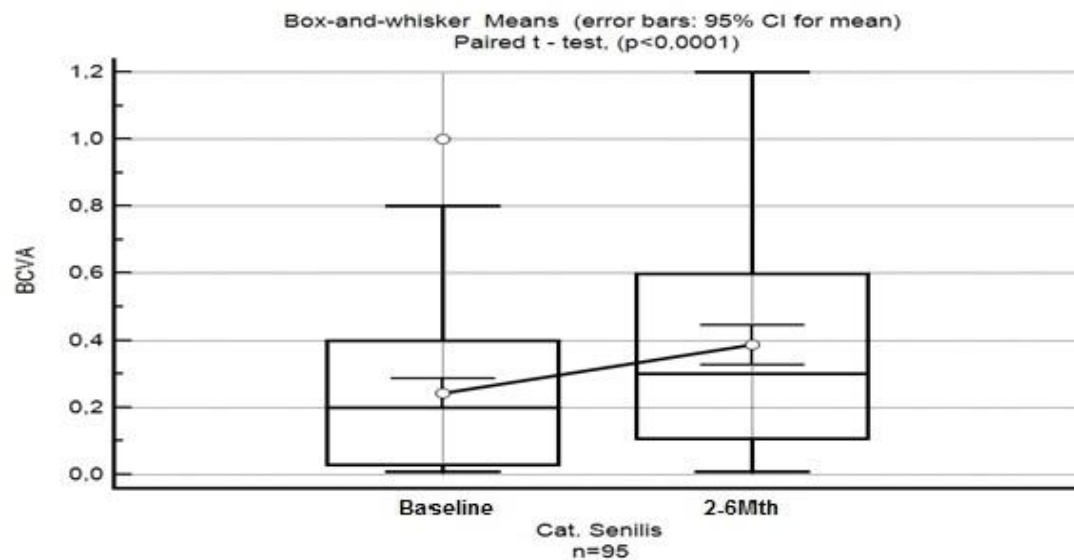


Abb.18 Bestkorrigierter Visus Gruppe: Cataracta senilis

10.1.3 Bestkorrigierter Visus bei der Cataracta prämaturna-matura Gruppe

In dieser Gruppe wurde der prä- und postoperative Visus verglichen und durch den „paired samples t-test“ signifikant ($p = 0,0003$) bestätigt. Insgesamt 26 Augen wurden in dieser Gruppe statistisch analysiert. Präoperativ wurde der statistische Mittelwert (0,1) und die Standardabweichung von $\pm 0,14$ ermittelt. Postoperativ lag der durchschnittliche Visus bei 0,26 und variierte mit $\pm 0,2$. Bei dem Vergleich zeigte sich eine Mediandifferenz von 0,155 mit einer Abweichung von $\pm 0,2$.

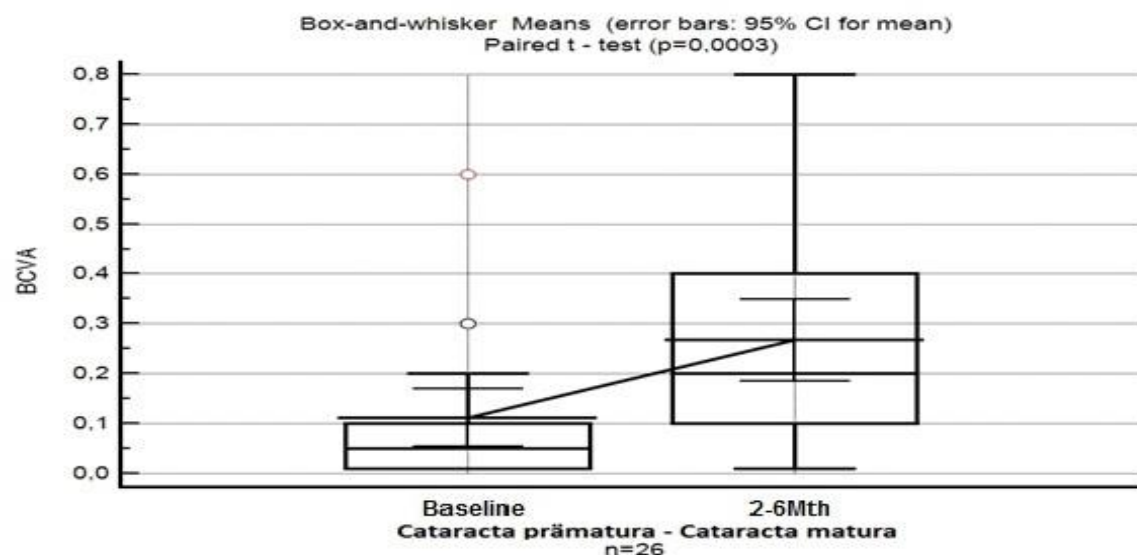


Abb.19 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: Cataracta prämaturna-matura

10.1.4 Bestkorrigierter Visus in der Gruppe der subluxierten IOL-Linsen

Auch in dieser Gruppe mit 46 Augen zeigte sich beim „paired samples t-test“ ein Visusanstieg mit klinischer Signifikanz. Allerdings wird die statistische Signifikanz knapp verpasst ($p = 0,06$). An den voroperierten Augen lag das arithmetische Mittel bei $0,28 \pm 0,26$ präoperativ und bei $0,42 \pm 0,48$ postoperativ. Die Differenz des Mittelwerts zwischen beiden Kontrollen lag bei $0,14 \pm 0,49$.

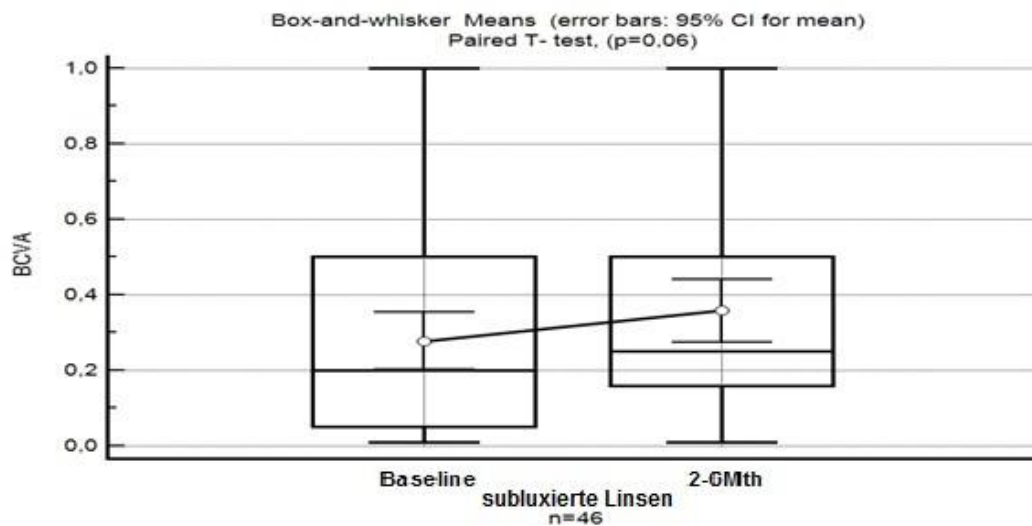


Abb.20 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: subluxierte Linsen

10.1.5 Bestkorrigierter Visus in der KPL Gruppe

In dieser Gruppe wurde bei 10 Augen ebenfalls der Mittelwert des Visus vor und nach der Operation mittels „paired samples t-test“ ermittelt und verglichen. Eine statistische Signifikanz wurde nicht nachgewiesen ($p = 0,2$). Es konnte ein Visusanstieg verzeichnet werden. Dieser lag vor der Operation mit einer Intraokularlinse durchschnittlich bei $0,06 \pm 0,03$ und nach Erhalt der Intraokularlinse wurde ein postoperativer Mittelwert bei der letzten Kontrolle von $0,10 \pm 0,17$ errechnet. Bei der Differenz des Mean zeigte sich ein Durchschnittswert von $0,06 \pm 0,16$.

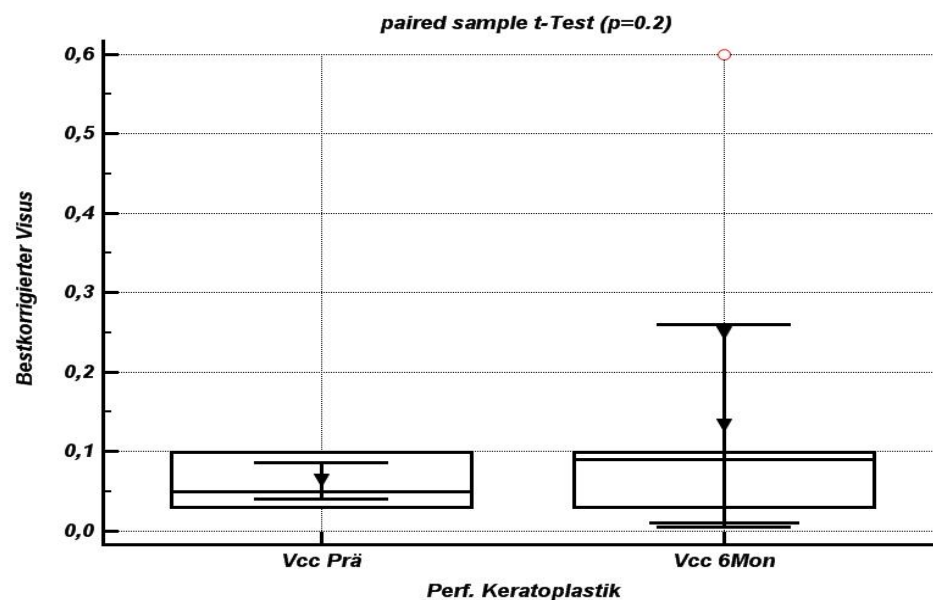


Abb.21 Bestkorrigierter Visus in der Gruppe: Keratoplastik

10.1.6 Bestkorrigierter Visus in der VKL-Gruppe

Dies ist die einzige Gruppe, bei der die Sehschärfe unbeeinflusst blieb. Das Ergebnis war mit dem „paired samples t-test“ klinisch, aber statistisch nicht signifikant ($p = 0,8$). Das arithmetische Mittel der Sehschärfe im letzten Kontrolltermin war im Vergleich zum präoperativen Verlauf von $0,27 \pm 0,22$ auf $0,27 \pm 0,21$ gerechnet worden. Die Mittelwertdifferenz lag bei $-0,06 \pm 0,11$.

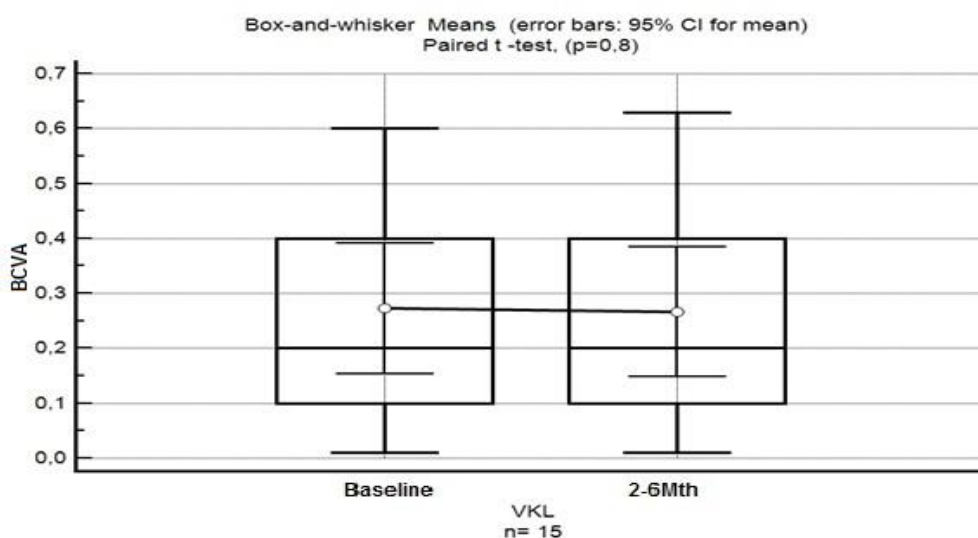


Abb.22 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: Vorderkammerlinsen

10.1.7 Bestkorrigierter Visus in der AMD Gruppe

Trotz einer vorbestehenden präoperativen AMD konnte in dieser Gruppe mit dem „paired samples t-test“ gezeigt werden, dass nach der Operation mit einer Verisyse® *aphake Intraokularlinse* bei trockener Makuladegeneration der Visus statistisch signifikant ($p = 0,01$) gestiegen ist. Von den insgesamt 34 Augen, die verglichen worden sind, zeigte sich ein durchschnittlicher Visus von $0,18 \pm 0,16$ präoperativ (Baseline) und in der Verlaufskontrolle (2 - 6 Mth) $0,27$ mit einer Standardabweichung von $\pm 0,25$. Die Mediandifferenz zwischen beiden Kontrollen betrug $0,09$ mit einer Standarddeviation von $\pm 0,21$.

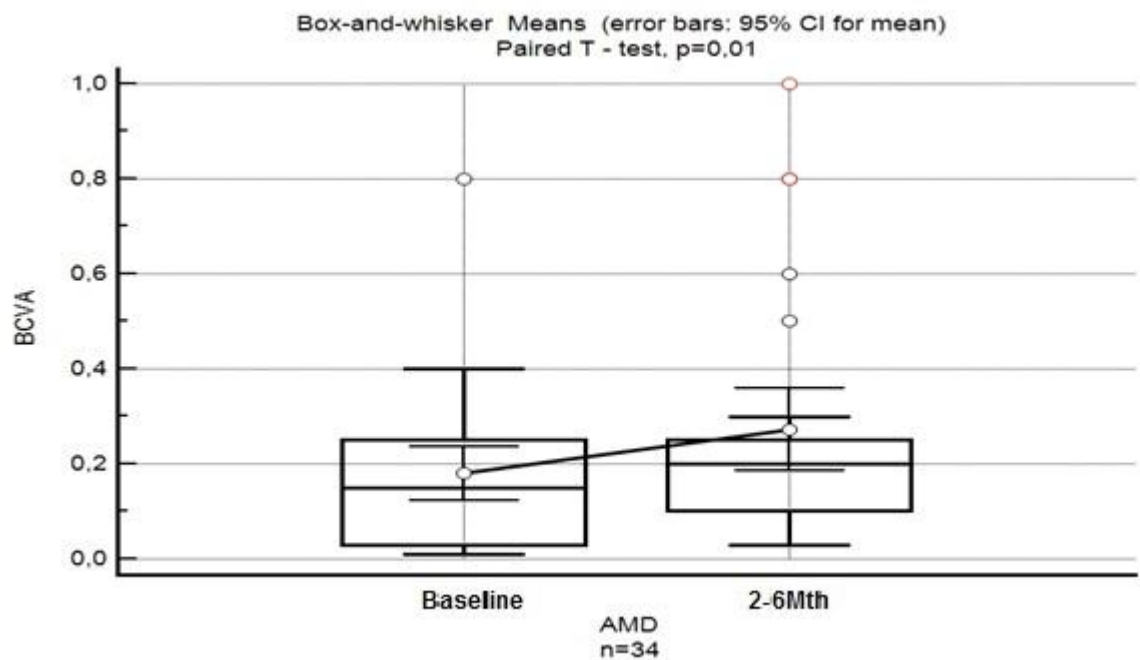


Abb.23 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: Altersbedingte Makuladegeneration

10.2 Astigmatismus

Dieser wurde mittels Hornhauttopographie gemessen und eruiert. Die erhobenen Daten (100 Augen) sind statistisch signifikant („paired samples t-test“, $p = 0,0014$). Der Durchschnittswert lag vor der Operation bei $1,92$ D mit einer Standardabweichung von $\pm 2,1$ D (Baseline).

Postoperativ ergab der durchschnittliche Astigmatismuswert $2,6$ D mit einer

Standardabweichung von $\pm 1,92$ D (2-6 Mth). Die Differenz des Medians betrug $0,67 \pm 2,05$ D.

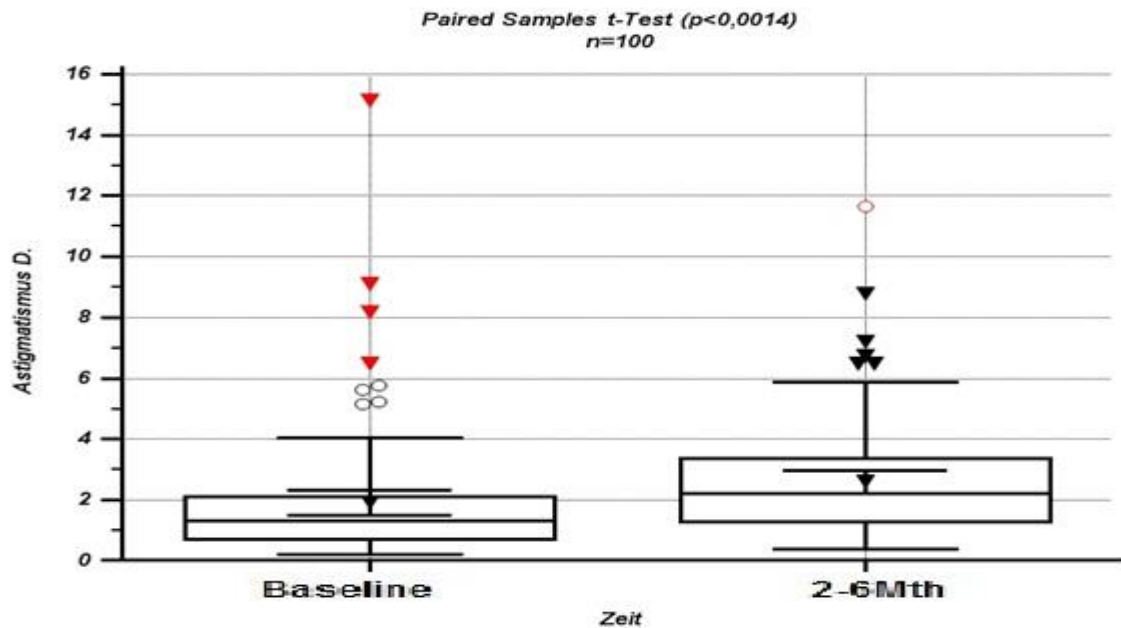


Abb.24 Verlauf Astigmatismus prä- und postoperativ nach zwei bis sechs Monaten

10.2.1 Astigmatismus in der KPL Gruppe

Der postoperative Astigmatismus nahm in dieser Gruppe - mit insgesamt 10 Augen - im Vergleich zur präoperativen Befunderhebung statistisch signifikant zu ($p = 0,01$). Beim „paired samples t-test“ lag der durchschnittliche Astigmatismus vor der Operation bei $4,08 \pm 2,65$ D. Postoperativ wurde ein Durchschnittswert von $5,65 \pm 3,3$ D festgestellt. Die Durchschnittsabweichung des Medians lag bei $1,56 \pm 1,56$ D.

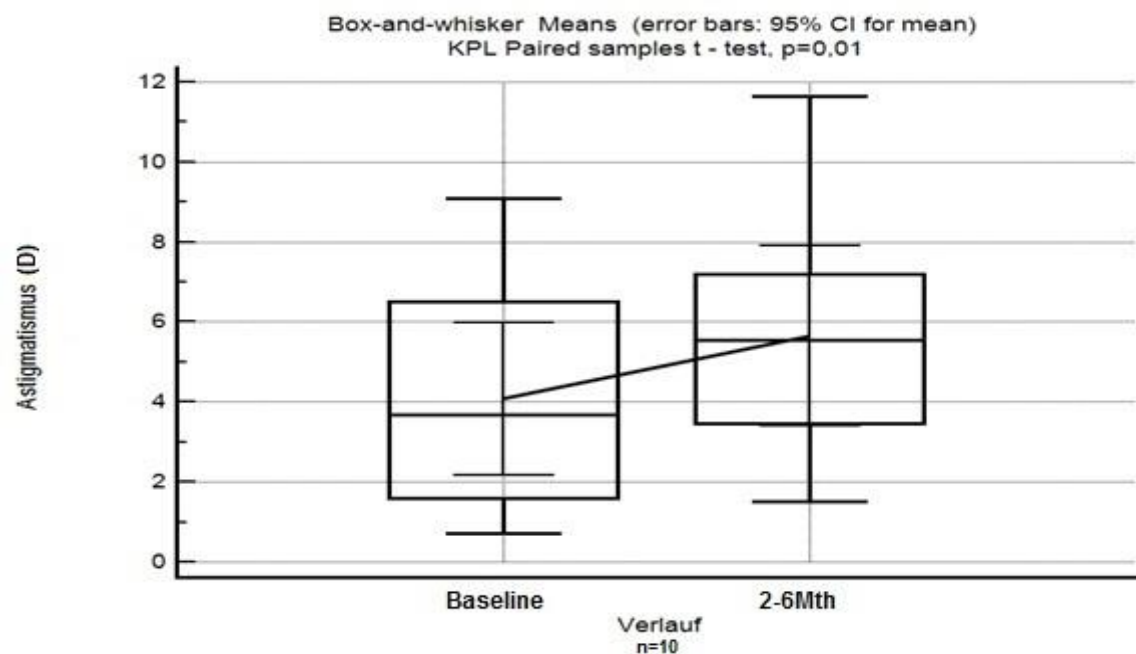


Abb.25 Verlauf des Astigmatismus in der KPL Gruppe

10.3 Augeninnendruckentwicklung

Der Augeninnendruck, der sowohl präoperativ als auch in der Verlaufskontrolle mit dem in der Spaltlampe von Haag-Streit® integriertem Applanationstonometer nach Goldmann gemessen wurde, zeigte insgesamt eine statistische Signifikanz bei einem Stichprobenumfang (präoperativ, postoperativ, letzte Kontrolle) von 580 Messungen beim „Anova-Test“ ($p < 0,001$). Es zeigte sich eine statistisch signifikante Abnahme des präoperativen Medians des Augeninnendrucks von 18,07 mmHg (Baseline) auf 13,5 mmHg (1 Day) und 14,4 mmHg (2 - 6 Mth).

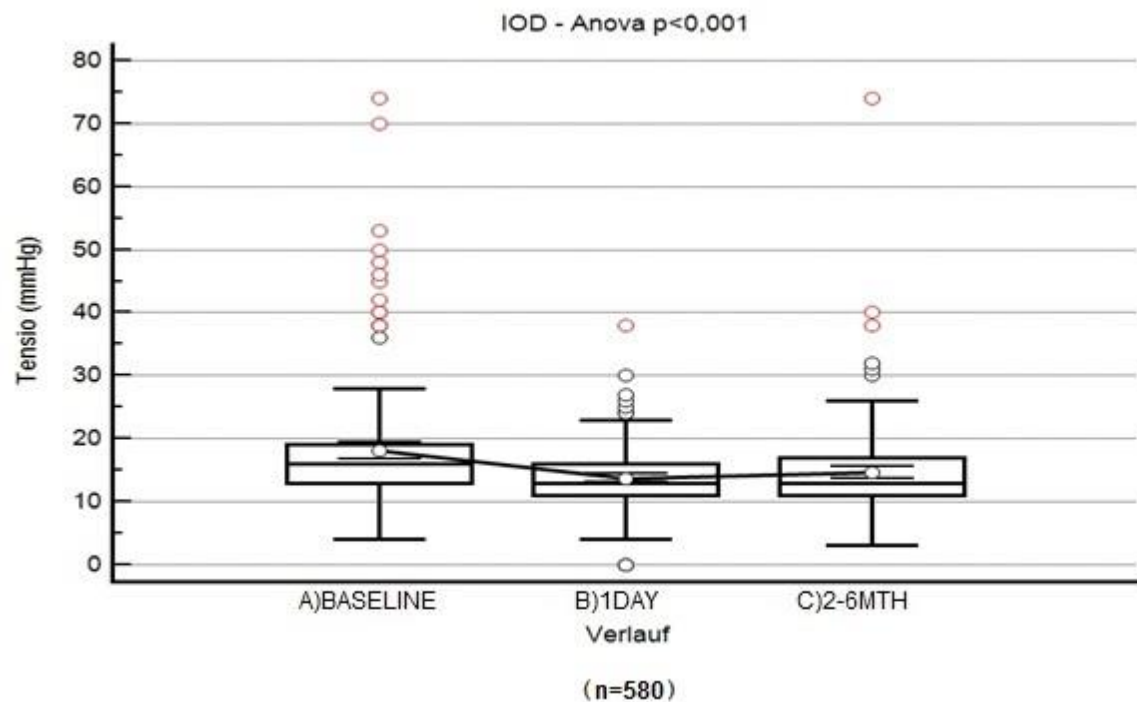


Abb.26 Augeninnendruck im gesamten Verlauf

10.3.1 Augeninnendruckverlauf in Korrelation mit der Vorderkammertiefe

Auch in der Gruppe der subluxierten Linsen haben wir eine Reduktion des intraokularen Drucks festgestellt. Beim „paired samples t-test“ zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,04$). Der Druck des Auges regulierte sich präoperativ (Baseline) von durchschnittlich $22,3 \pm 14,84$ mmHg auf $17,4 \pm 12,48$ mmHg nach der Operation bei der letzten Kontrolle (2-6 Mth). Nach Erhalt der Intraokularlinse und Stabilisierung der Vorderkammersituation waren wir der Meinung, dass dieses Ergebnis einer weiteren Analyse bedarf. Es wurde mit dem „coefficient correlation test“ bei einer niedrigen Anzahl von 8 Augen eine mögliche Korrelation zwischen der Vorderkammertiefe und des IOD in dieser Gruppe festgestellt. Allerdings wird die statistische Signifikanz nur knapp verpasst ($p = 0,052$; $r = -0,7$).

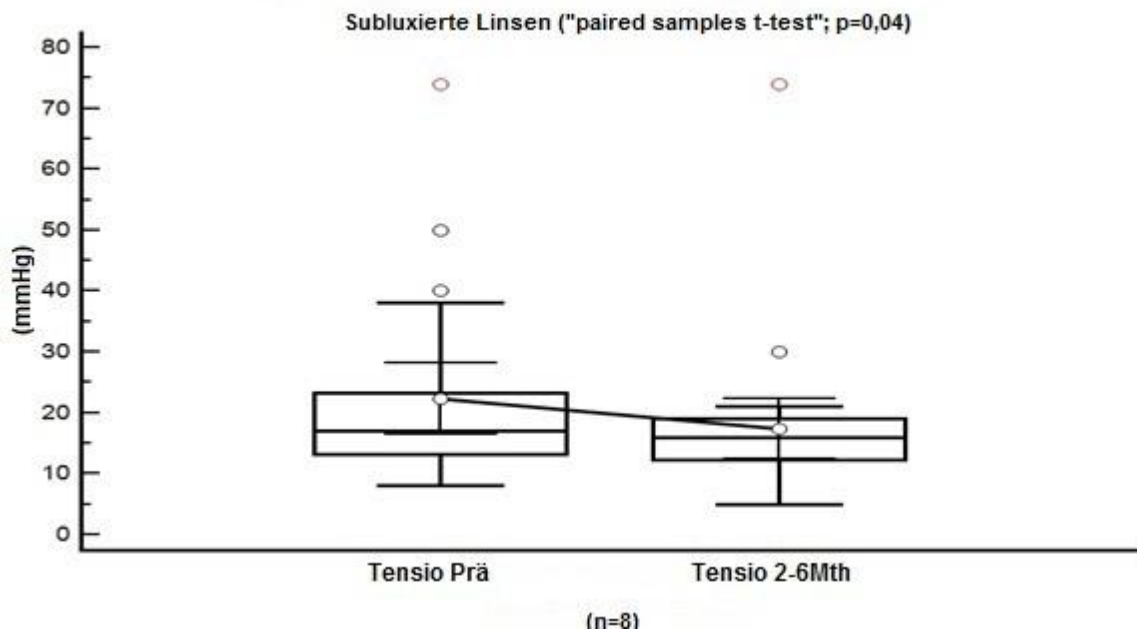


Abb.27 IOD vor und nach Operation bei der Gruppe der subluxierten Linsen (8)

11. Indikationen für die Implantation einer retropupillaren Irisklauenlinse in der Augenklinik des St. Johannes Hospital Dortmund

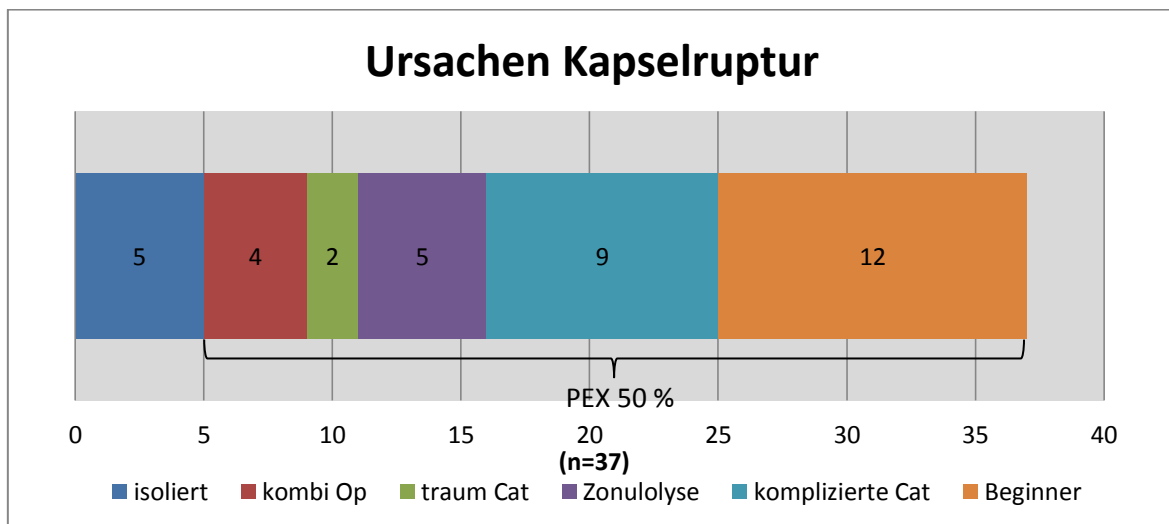
Am häufigsten wurde die Irisklauenlinse bei **komplizierten primären Kataraktoperationen** eingesetzt (95 Augen). Die häufigste Diagnose hier war eine prä-mature Katarakt. Von den 95 Augen waren 26 als Cataracta matura diagnostiziert worden, was 27,3% dieser Kataraktgruppe ausmacht. Nur in 3 von 95 Fällen war die Ursache eine Cataracta traumatica.

Unter anderem zeigte diese Studie, dass in 42 Fällen - also 44,2% - intraoperativ eine Zonulolyse aufgetreten ist.

Eine Kapselruptur während der Kataraktoperation ist 37 Mal vorgekommen. Nur in 5,2% (5 mal) der Fälle ist diese Komplikation isoliert vorgekommen. Weitere 4 Mal trat sie bei kombinierten Augenoperationen auf (Endozyklophotokoagulation, Keratoplastik, filtrierende Operation bei Glaukom, sowie pars plana Vitrektomie bei Netzhautablösung). Weitere 2 Mal gab es eine vorbestehende Kapselruptur bei

traumatischer Katarakt und 5 Mal zeigte sich die Kapselruptur bei vorbestehender Zonulolyse. Bei komplizierter Operation der Cataracta matura ist die Kapselruptur 9 Mal vorgekommen. Drei „unerfahrene“ Operateure (Beginner) haben insgesamt 12 Kapselrupturen verursacht.

Auffällig dabei ist, dass in der Gruppe der komplizierten Kataraktoperationen die Pseudoexfoliationssituation 16 Mal in Verbindung mit den 32 Kapselrupturen (also 50%) vorkam.



Diagr.17: Kapselruptur: Ursachen und Verhältnis zu PEX

Die zweithäufigste Indikation bei 46 Augen stellen die **sub- bzw. luxierten Linsen** dar. Hier sollte eine Unterteilung in physiologische Linse und der pseudophaken Intraokularlinse gemacht werden.

Die Subluxation der natürlichen Linse kam in 8 Fällen vor und weitere 3 Mal war die Linse total aus dem Kapselsack luxiert, also insgesamt 11 Mal. Bei allen Luxationen war das Marfan-Syndrom der Hauptgrund.

Die subluxierten (9) und luxierten (6) künstlichen Linsen waren ausschließlich Vorderkammerlinsen. Bei 4 dieser Linsen (26,6%) kam dies in Kombination mit einer Hornhauttrübung bzw. Hornhautdystrophie vor.

Weitere 8 Mal (17,3%) war die Luxation traumatisch bedingt.

Als spontane Luxationen (d.h. isoliert oder hereditäre) unklarer Genese wurden 8 Augen registriert.

Auch bei dieser Gruppe scheint es, dass das Pseudoexfoliationsyndrom bzw. PEX-Glaukom eine Rolle spielt, da eine Korrelation hier in 12 Fällen bestand. Insgesamt macht das 26 % aller subluxierten und luxierten Linsen aus.

Die dritthäufigste Indikation mit 22,6% (44 Augen) ist die **Aphakie**. In 5 Fällen musste sogar eine kombinierte Operation mit einer pars plana Vitrektomie durchgeführt werden, um die alte Intraokularlinse zu bergen. Bei 2 von den 5 Fällen wurden die Linsen aufgrund des Marfan-Syndroms vom Glaskörperraum sicher explantiert. Die restlichen 3 sind Folge einer Spontanluxation.

In 3 Fällen fand sich die physiologische Linse aus unklarem Grund im Glaskörperraum wieder.

Die restlichen 33 Linsen wurden mittels ECCE oder ICCE in früheren Jahren entfernt, jedoch ohne das Einbringen einer Kunstlinse.

Erwähnenswert in dieser Gruppe ist, dass es eine Korrelation zum PEX-Glaukom gab oder es sich pseudoexfoliatives Material in den Vorderkammerstrukturen des Auges wieder fand. Insgesamt 6 Augen (13,6% der 44 aphaken Augen) waren betroffen.

Die Prozentzahl der PEX-Situationen in allen 3 Gruppen zusammen liegt durchschnittlich bei 18,37%.

Der vierthäufigste Grund für die Implantation einer Irisklauenlinse in dieser Studie ist die verfehlte Zielrefraktion der sog. **Refraktionsfehler**.

Nach einer Kataraktoperation kam dies bei 1 % (2) aller Augen vor. Dies geschah nachdem die Patienten sich bei hoher Myopie nicht in der emmetropen Zone nach Intraokularlinsenimplantation befanden.

Das Einbringen der irisfixierten HKL erfolgte, weil die Fixation einer anderen IOL in den Kapselsack mangels Stabilität nicht möglich war; des Weiteren aufgrund starker Pseudophakoiridodonesis, die keine andere Möglichkeit zuließ. Schließlich

erfolgte ein IOL-Austausch mit einer irisfixierten Verisyse® aphaken Intraokularlinse bei Beschädigung der Hinterkammerlinse aufgrund von **Ablagerungen**.

Dies hatte eine Aniseikonie beziehungsweise Anisometropie zufolge, sowie eine deutliche Reduktion des Fernvisus in einem Fall (0,05%).

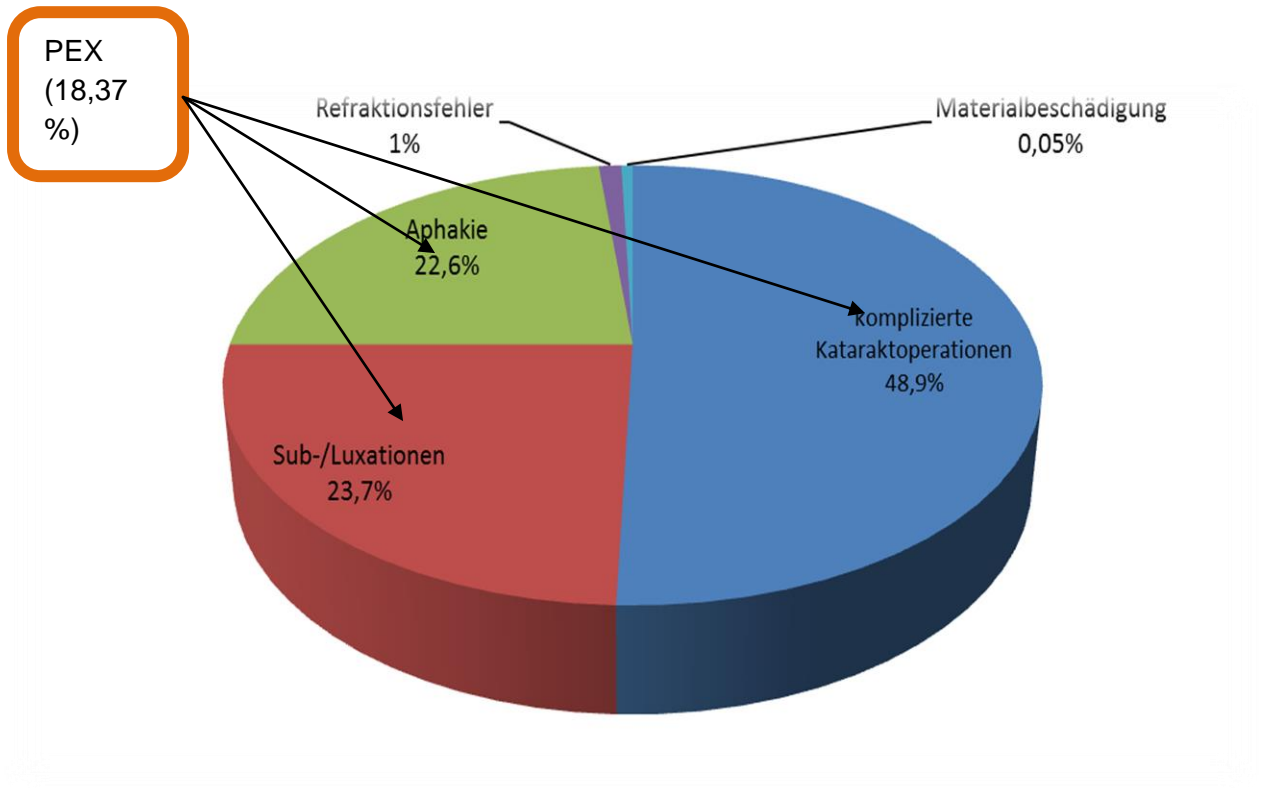


Abb.28 Verteilung der Implantation einer Irisklauenlinse

12. Diskussion

Heutzutage gibt es verschiedene Möglichkeiten einen grauen Star zu operieren. Die Methode der Wahl stellt die Phakoemulsifikation der getrübten Linse mit anschließender Implantation einer Hinterkammerlinse dar. Diese wird routinemäßig in den erhaltenen Kapselsack eingesetzt. [Sachsenweger 2003].

Im St.Joannes Hospital wird dieser Eingriff standardmäßig durchgeführt.

Falls sich jedoch Komplikationen zeigen sollten, wie z.B. die Kapselruptur, bei der der Kapselsack nur teilweise oder gar nicht erhalten ist, besteht die Möglichkeit einer Sekundärlinsenimplantation [Sachsenweger 2003; Auffarth (2008)].

Komplizierte Kataraktoperationen mit Kapselverlust stellen die häufigsten Gründe einer Aphakie dar und haben die primäre Operation des grauen Stars mit intrakapsulärer Technik praktisch total verdrängt. Zu den komplexeren Operationen zählen unter anderem ausgedehnte vitreoretinale Eingriffe und Zustände nach Traumata [Acar et al. 2010; van der Meulen et al. 2004]. Bei den operativen Aussichten um eine sog. Aphakiesituation zu korrigieren oder den nur unzureichenden Kapselsack zu versorgen gibt es verschiedene IOL-Modelle und Fixationsorte mit Fixationstechniken die in der Literatur bei besonders schwierigen Fällen vorgeschlagen und empfohlen werden.

Als da wäre die kammerwinkelgestützte Vorderkammerlinse, Sklerafixation der schon vorbestehenden IOL oder einer Neuen mit Anbringen einer Naht, Nahtfixation der subluxierten Linse an der Iris oder sogar nahtfixiert an den Sulcus ciliaris. Eine weitere Möglichkeit stellt die Verisyse® *aphake Intraokularlinse* dar [Karim, Pravin 2009; Neuhaus 2009; Scharioth 2009]. Sollten sich also intraoperativ schwierige komplexe Situationen in der Augenklinik in Dortmund zeigen, wird die Intraokularlinse, sofern dies möglich ist, in den Sulcus implantiert. Weiter wird je nach Situation unter Umständen auch die künstliche Linse an der Sklera mittels Naht fixiert.

Bei schwierigen intraoperativen Umständen wie z.B. PEX-Situationen oder matten Katarakten, luxierten Linsen, die sich im Glaskörperraum befinden oder auch Aphakieaugen nach ICCE und insgesamt Situationen, die eine Skleranahtfixierte

IOL oder Sulcusimplantation nicht zulassen, wird die Methode der retropupillaren Irisfixierten Linse verwendet.

Unter anderem betrachten viele Chirurgen die retroiridiale Irisklauenlinsen-Implantation als Mittel der ersten Wahl für eine primäre oder sekundäre Implantation bei Erwachsenen, sowie Kindern oder sogar während einer kombinierten Operation mit z.B. einer Keratoplastik bei bullöser Keratopathie [Gicquel et al. 2009; Auffarth2008; Dureau et al. 2006].

Diese Speziallinse wird neben der Aphakie in vielen Situationen eingesetzt, wie die Sub- bzw. Luxation der Linse und stellt eine Option für mehrfach voroperierte Augen dar [Auffarth, Apple 2001; Mohr et al. 2002].

In der hier vorliegenden retrospektiven Studie wurde die Implantation einer retroiridialen Kunstlinse in 194 Patientenaugen in der Klinik für Augenheilkunde des St. Johannes-Hospitals Dortmund vorgenommen, präsentiert und analysiert. Im Folgenden sollen die Ergebnisse dieser Studie in die Diskussion einbezogen werden, welche die Ergebnisse der Implantation von kammerwinkelgestützten Vorderkammerlinsen bzw. sklerafixierten Hinterkammerlinsen bei unzureichendem Kapselsupport untersuchen.

Hier wurden die Komplikationen postoperativ und in der Verlaufskontrolle von zwei bis zu sechs Monaten nach Implantation einer retropupillaren Irisklauenlinse dargestellt. Ein Vergleich zur Fachliteratur bezüglich dieser Aspekte wurde als Parallele gezogen.

In der Literatur wird in -fast immer- denselben postoperativen Früh- und Spätkomplikationen nach Implantation einer irisfixierten Intraokularlinse unterschieden. Allerdings variieren der Zeitraum der Kontrolle und das Follow-up an häufig [Güell et al. 2005; Mennel et al. 2004; Garweg et al. 2008].

In dieser Studie trat am häufigsten eine Pupillenentrundung postoperativ auf. Diese kann durch die Operationstechnik und der Enklavationsstelle, die durch den Operateur festgelegt wird, erklärt werden. Ein Zusammenhang diesbezüglich zeigt

te sich zu der späteren zweiten Kontrolle bei 8,2% (16). Der Vergleich zur Literatur bringt ähnliche Ergebnisse.

In der Studie von Hsing aus 2012 wurde bei 26 Augen in einem Zeitraum von 1-68 Monate ein Follow-up durchgeführt. In der sechsmonatigen Kontrolle trat diese Komplikation bei 6 (23,1%) Augen auf [Hsing, Lee G. 2012].

Ähnliche Fallzahlen und Ergebnisse bringt die Studie von Schallenberg et al. von 2014 auf. Bei Insgesamt 10 von 31 Augen (32,2%) war eine Pupilenverziehung in einem Beobachtungszeitraum von 4-48 Monaten postoperativ erkennbar [Schallenberg et al. 2014].

Eine größere Studie von Gonnermann et al. (137 Augen) bestätigt bei Verlaufkontrollen von 1-48 Monaten die Rate der Pupilenovalisation bei 24,8% (34 Augen). Selbst wenn die Operation kombiniert mit einer Keratoplastik durchgeführt wird ist diese postoperative Komplikation bei 13% (3 von 23) der operierten Augen zu beobachten [Gonnermann et al. 2013; Gonnermann et al. 2012]. Dieses Risiko kann je nach Erfahrung des Operateurs minimiert werden [Häberle 2010].

Der Irisdefekt an sich wurde in der zweiten postoperativen Kontrolle in dieser Studie 13 Mal beobachtet (6,7%), jedoch ist dieser überwiegend an den Enklavationsstellen im Sinne von Pigmentabtragung sichtbar gewesen. Das Literaturverzeichnis zeigt bei der Studie von Hsing mit 8 von 26 Augen (30,7%) die höchste Rate dieser Komplikation [Hsing et al 2012]. Wesentlich weniger kommt es in anderen Studien vor. Bei der Studie von Schallenberg sind es lediglich 12,9% (4 von 31) und bei der Studie von Rüfer mit 12 untersuchten Augen ist es einer (8%) [Schallenberg et al. 2014] [Rüfer et al. 2009]. Somit liegt diese Komplikation in dieser retrospektiven Analyse ebenfalls unter dem Durchschnitt.

Des Weiteren gehört auch ein Hornhautödem beziehungsweise kombiniert mit einer Hornhauterosion zu den häufigen frühen nachoperativen Komplikationen. Dies wurde in der Dortmunder St. Johannes-Hospital Studie in ca. 16,4% beziehungsweise kombiniert mit Erosio corneae in 18% der Fälle beobachtet. Bei der zweiten Kontrolle wurde dieses Ereignis im Vergleich in nur 1,5% aller Augenoperationen gesehen.

Solche Komplikationen sind, was das Endothel angeht, eher selten beschrieben oder erwähnt [Auffarth 2008]. Hier lässt sich sagen, dass nach einer komplizierten oder lang anhaltenden Operation, Vorerkrankungen wie die Fuchs-Endotheldystrophie oder ein Endotheltrauma im Verlauf der Operation das Risiko zusätzlich steigern. Das Einbringen von z.B. Viskoelastika kann dieses Risiko minimieren [Kanski 2007].

Im Vergleich wurde bei der Studie von Schallenberg kein Hornhautödem oder Endothelzellverlust beobachtet [Schallenberg et al. 2014]. Bei Rüfers Studie wird zumindest von einer Cornea guttata in 10% und Hornhautulkus in 8% der Fälle gesprochen [Rüfer et al. 2009]. Die Studie von De Silva zeigt bei 116 Augen in dem Follow-up von 3-79 Monaten sogar eine Hornhautdekomensation von 1,7% der retropupillar eingesetzten Linsen [De Silva et al. 2011].

Etwas häufiger scheint, wie die Studie von Janknecht zeigt, das Phänomen des Endothelödems bei kombinierten Operationen wie z.B. die Zyklphotokoagulation (18% in der Früh- und 4% in der Spätphase) oder Pseudoexfoliationssituationen (21,58%, 58 von 268 Augen) zu sein [Janknecht 2005; Petrovic et al. 2013].

In der zweiten späteren Kontrolle (2-6 Monate post-Op) wurde eine Pigmentablagerung auf das Hornhautendothel in 5,7% aller Fälle beobachtet ohne die Angabe eines Blendgefühls seitens des Patienten.

Das komplette Hyphäma oder nur partiell Blutungen in der VK, die bei (16) 8,2% von 194 Operationsaugen postoperativ vorkamen und in dem Kapitel Ergebnisse erklärt wurden, sind ein häufiges Phänomen, dass durch Blutreste, die in der Vorderkammer nach einer Operation stehenbleiben können- unabhängig davon ob es durch den Tunnelschnitt oder als Folge einer Vaskularisation der Operationswunde ist [Collin, Augustin 1997].

In der Studie von Hsing und Lee ist diese Komplikation in 2 von 26 Augen (7,7%) ebenfalls selten zu sehen [Hsing, Lee 2012]. Noch seltener, nämlich bei 3 von 137 (2,1%) operierten Augen, ist dieses postoperative Bild bei Gonnermann sichtbar [Gonnermann et al. 2012]. Erwähnenswert ist auch, dass bei kombinierten Operationen (Janknecht P. 7,1%) oder schwierigen intraoperativen Situationen wie die

Pseudoexfoliation (Petrovic et al. 2,98%, 8 von 268 Augen) das Hyphäma nicht automatisch häufiger vorkommt. [Janknecht P. 2005; Petrovic et al. 2013].

Am ersten postoperativen Tag beziehungsweise bis zum Verlassen der Klinik (in der Regel nicht über 3 Tage) zeigte sich eine Fibrinausschüttung in der Vorderkammer (6,7%, 13 Augen). Das zeigte sich jedoch in Verbindung mit einer kombinierten Operation und konkret 5 Mal mit Drainage-Implantat, 3 mit Zyklophotokoagulation, jeweils einmal mit perforierender Keratoplastik und nach ppV mit IOL Bergung. Isoliert zeigte sich dieses Phänomen in einer relativen Häufigkeit von ca. 1,5% (3) beim Vergleich aller 194 Augen.

Insbesondere bei kombinierten Operationen, wie z.B. mit filtrierender Glaukomoperation (Michelson et al.) oder der Zyklophotokoagulation (Janknecht P., 25% in der postoperativen Kontrolle und 7,1% von 28 Augen nach 6 Wochen) und sogar bei Patienten mit Diabetes mellitus mit diabetischer Retinopathie (Kutschan, 10,1% von 145 Augen), scheint das Phänomen der Fibrinausschüttung etwas häufiger nach Kataraktoperation vorzukommen [Michelson et al. 2005; Janknecht P. 2005; Kutschan et al. 2002]. Beachtlich ist, dass bei der retrospektiven Studie von Petrovic et al., insgesamt 268 PEX-Augen eine Vorderkammerreaktion in 45,9 % der Fälle (123 Augen) aufwiesen [Petrovic et al. 2013].

Bei einer großen Studie von Müller – Jensen et al., die 1997 publiziert wurde, wurden 152 von 2056 (7,4%) Katarakt operierten Augen mit einer fibrinösen Reaktion in der Vorderkammer registriert [Müller-Jensen 1997].

Die hintere Synechien die sich in dieser Studie in 1,55% (3) aller Augen zeigten, könnten damit begründet werden, dass aufgrund der postoperativen Wundleckage eine kurzfristige flache Vorderkammer entstanden ist und somit auch die Entstehung dieser [Collin, Augustin 1997]. Insbesondere ist dies bei durchgreifenden Operationen wie das Drainage-Implantat (1) und die perforierende KPL (1) zu vermuten. Scarpatetti stellte schon in seiner Studie aus den achtziger Jahren fest, dass die hintere Synechien bei der Iris-Clip-Linse nach Binkhorst in einem Zeitraum von 2,5 Jahren als Komplikation in 33% der Fälle auftreten [Scarpatetti et al. 1982]. Weiter zeigt sich dieses Phänomen auch bei Augen nach Kataraktoperati-

onen, die mit PEX vorbelastet sind wie es die Studie von Petrovic et al. zeigt (6,72% also 18 von 268 Augen) [Petrovic et al. 2013].

Nach der Operation wurde in dieser Studie am ersten postoperativen Tag eine insuffiziente Nahtsicherung mit Seidel-Phänomen beobachtet (3,6%, 7).

De Silva zeigt ähnliche Ergebnisse mit 2,6% Seidel und insuffizienter Nahtsicherung [De Silva et al. 2011].

Eine Aderhautamotio trat ebenfalls in der Dortmunder Studie in 4,1% (8) der Fälle als frühe postoperative Komplikation auf. Als Einziger erwähnt Rufer in seiner Studie, dass diese Komplikation innerhalb 1 Woche postoperativ in 10% seiner 10 Fälle aufgetreten ist [Rüfer et al. 2009].

Hier sollte auch die transiente Bulbushypotonie nicht außer Acht gelassen werden. In dieser Studie kam diese Komplikation in der frühen postoperativen Phase in einer Häufigkeit von 2,58% (5) vor. In der Literatur ist in 2 Studien bei 22 bzw. 137 operierten Augen mit Irisklauenlinse dieses Ereignis in 20% bzw. 7,1% zu beobachten [Rüfer et al. 2009; Gonnermann et al. 2012].

Häufig wird in der Literatur über das Makulaödem als postoperative und späte Komplikation nach Kataraktoperation berichtet. Das sog. Irvine-Gass-Syndrom wurde zuerst von Irvine in den fünfziger (1953) beziehungsweise sechziger Jahren (1966) von Gass beschrieben. Die Pathogenese wird in Zusammenhang mit einem Entzündungszustand und der damit verbundenen Erhöhung der Gefäßpermeabilität gebracht. Die Rolle vitreomakulärer Traktionen, aber auch toxische Lichteffekte durch das Mikroskop sind umstritten. Die Mediatoren, die zur Entzündung führen, sind Prostaglandine und diverse Derivate des Arachidonsäurestoffwechsels. Von Augustin wird beschrieben, dass bis zu 60 % aller Patienten postoperativ angiographisch ein zystoides Makulaödem zeigen können. Das manifestierte Makulaödem (postoperativ über 6 Wochen und Sehschärfe unter 0,5), sieht man aber in 10% aller Fälle [Collin, Augustin 1997]. Die Inzidenz bei den sekundären Irisklauenlinsen liegt zwischen 2,5 % bis 8,3 % [Mohr et al. 2002; Acar et al. 2010; Wolter-Roessler, Kuchle 2008; Bergman, Laatikainen 1996-1997; De Silva et al. 2011; Gonnermann et al. 2013]. Jedoch sind

auch Studien mit einer hohen Rate von 12,5 % beschrieben worden, wobei hier insgesamt niedrige Fallzahlen vorliegen (16) [Lundström M., et al. 2011].

Eine etwas größere Studie von Gonnermann mit 128 Augen zeigte ähnliche Ergebnisse beim Makulaödem (8,7%) nach Implantation einer Iris-Clip-Linse bei einem Durchschnittsverlauf von 5 Monaten (1-48 Monaten) [Gonnermann et al. 2012].

In dieser retrospektiven Studie fanden wir postoperativ in ca. 3,6 % und bei der letzten Kontrolle in ca. 2,5% der Fälle ein Makulaödem, sowohl klinisch als auch mit der optischen Kohärenztomographie, die als hyporeflektive Räume in der Retina und einer Verdickung des ganzen Makulabereichs und den Verlust der physiologischen Fovealsenke beschrieben worden sind. Somit liegt diese Rate im niedrigen Bereich im Vergleich zur Literatur. Des Weiteren wird in der Literatur von Augustin erwähnt, dass das Makulaödem trotz der häufigsten Assoziation mit Kataraktextraktion, auch mit anderen Erkrankungen wie den Diabetes mellitus, Hypertension, retinale Venenverschlüsse paramakuläre Gliosen u.a. assoziiert werden kann [Collin, Augustin 1997].

Die Tensiodekompensation oder Druckentgleisung findet sich in der Literatur zwischen 2 - 15,3 % als passagere Komplikation wieder [Rüfer F., et al. 2009] [Wolter-Roessler M., Kuchle M., 2008; van der Meulen et al. 2004; Schallenberg et al. 2014].

Studien mit mehreren postoperativen Situationen, wie die von De Silva und Gonnermann, zeigen eine ähnliche Rate zwischen 4,3 - 9,5 % bei 128 bzw. 116 Augen [De Silva et al. 2011; Gonnermann et al. 2012].

In der retrospektiven Studie des St. Johannes Hospitals zeigte sich die Augeninnendruckerrhöhung bei 1,55 % der Fälle nach der Implantation der Irisklauenlinse. In der späten Kontrolle waren es 3,6 % und somit ebenfalls unter dem Durchschnittsbereich dieser Komplikation nach Implantation der Verisyse®. Dabei waren 3 von 5 operierten Augen mit einem bekannten Glaukom verbunden. Ob eine unzureichende Drucksenkung auf Grund fehlender, vielmehr inadäquater antiglau-

komatöser Therapie oder eine akute Situation bestand, die zur Augeninnendruckentgleisung führte, konnte nicht eruiert werden.

Ablagerungen auf der Vorderfläche der retropupillarfixierten Intraokularlinse zeigten sich im Sinne von Makrophagen in ca. 2,6 % aller operierten Augen in der zweiten postoperativen Kontrolle in dieser Studie. Eine vergleichbare Studie in der Literatur zeigte eine Prozentzahl von 10 % [Rüfer et al. 2009]. Somit ist dieses Risiko ebenfalls unter der besagten Rate.

Zwischen der ersten Kontrolle postoperativ und der letzten Folgekontrolle wurden zwei Komplikationen in dieser Studie beobachtet und entsprechend behandelt. Eine Netzhautablösung in 1,55 % und eine sterile Endophthalmitis - ein sog. TAS-Syndrom in 2 % der Fälle waren klinisch manifestiert worden.

Der direkte Vergleich mit der Literatur zeigt bei der Ablösung der Netzhaut eine Inzidenz von ca. 0,8 % bis 8,7 % bei den irisfixierten Linsen [Garweg et al. 2008; Wolter-Roessler, Küchle 2008; De Silva S. R., et al. 2011; Gonnermann et al. 2012; Gonnermann et al. 2013]. Die Endophthalmitisrate nach Kataraktoperation aller Intraokularlinsen liegt zwischen 0,12 % und 0,20 % [Freeman et al. 2010; Keay et al. 2012; Kohnen et al. 2009]. Jedoch beinhalten diese Studien sehr große Untersuchungszahlen die mit dieser Studie nicht identifiziert beziehungsweise identisch gegenübergestellt werden können. Daneben sind die erhöhte Expositionszeit, sowie andere Risikofaktoren wie das Alter, Geschlecht und sogar die ethnische Herkunft, außerdem die Patientenquantität eines Operators und dessen Erfahrung, die eine Endophthalmitis begünstigen können [Keay L., et al. 2012]. In der Studie von Gonnermann wird bei 126 Augen die Endophthalmitis und das TAS-Syndrom mit insgesamt 1,4% erwähnt [Gonnermann et al. (2012)].

Die Reenklavationsrate als Spätkomplikation in dieser Studie wurde mit 2 % der 194 operierten Augen ausgewertet. Davon befand sich 1 Auge (0,5%) mit einer erneuten Enklavation nach Reenklavation. Die Ursache war symptomatisch und nicht eruierbar. Diese Komplikation ist in einigen Studien von 4, 2 % bis 13 % erwähnt worden [Rüfer et al. 2009; Acar et al. 2010; Wolter-Roessler, Küchle 2008; De Silva et al. 2011; Gonnermann et al. 2012; Hsing, Lee 2012].

Eine Studie von Singhal/Sridhar von 2005 zeigt bei 2 Fällen 17 Jahre und 7 Jahre postoperativ eine Dislokation, wohingegen die zweite nach einem stumpfen Trauma erfolgte [Singhal, Sridhar 2005]. Einen Fall mit Subluxation der retroiridialen Irisklauenlinse nach Zyklphotokoagulation wurde im Ophthalmologen 2011 von Kicova et al. beschrieben. Die Annahme einer Veränderung der Irisstruktur durch das PEX- Material kombiniert mit der mechanischen Kraft durch den Eingriff, die zur Instabilität geführt haben könnten, wurde geäußert [Kicova et al. 2011]. Eventuell lässt sich daraus herleiten, dass unter Umständen bei schon veränderten Irisstrukturen und mechanischen Manipulation - z.B. starkes Augenreiben - eine Subluxation, wie bei unseren Patienten, entstehen kann [Kicova et al. 2011]. Anamnestisch wurde eruiert, ob diese These bei diesen Patienten zutrifft. Dieser verneinte einen digitalen Druck auf das Auge. Die Ursache blieb weiterhin unbekannt.

Eine Entfernung der Verisyse® aphake Intraokularlinse fand in dieser retrospektiven Studie in keinem der operierten Augen bis zur letzten Kontrolle statt.

In der aufgeführten Literatur, die die irisfixierten Intraokularlinsen betrifft, sind postoperative Komplikationen angegeben, wie zum Beispiel die Hornhautdekomensation, der Pupillarblock oder das Iris-Capture, in dieser Studie wurden diese nicht beobachtet, zumindest bis zum letzten angegebenen Termin.

Autor	Follow-up (Monate)	Anzahl Augen	Makulaödem	Pupillenverziehung	IOD-Entgleisung	Re-enklavation	Amotio retinae
Eigene Studie	1Tag-6 Monate	194	1.Ko.- 3,6% 2.Ko.- 2,5%	1.Ko.- 20,6% 2.Ko.- 8,2%	1.Ko.- 1,55% 2.Ko.- 2,56%	2,1%	1,5 %
Gonnermann et al. (2012)	1-48	128	8,7%	24,8%	4,3%	8,7%	k.A.
De Silva et al. (2011)	3-79	116	7,7%	k.A.	9,5%	6,0%	0,8 %
Schallenberg et al. (2014)	4-48	31	0%	32,2%	3,2%	0%	3,2 %
Hing/Lee (2012)	1-68	26	k.A.	23%	k.A.	7,6%	k.A.
Gonnermann et al. (2013)	12-37	23	4,3%	13,0%	k.A.	13,0%	k.A.
Rüfer et al. (2009)	1Wo.*	22	k.A.	k.A.	8,0%	10,0%	k.A.

*Perioperativ und postoperativ (nach der 1. Woche); k.A.= keine Angaben; Ko=Kontrollen

Tabl.6 Studienvergleich der wichtigsten Komplikationen mit eigener Studie

Die andere Methode eine Sekundärlinsenimplantation durchzuführen ist die Implantation einer Vorderkammerlinse. Diese ist einfach und schnell durchführbar. Allerdings gibt es viele Nachteile, die bei dieser Implantation berücksichtigt werden sollten. [Scharioth 2009].

Durch die scharfkantigen Haptiken wird ein chronischer Reiz der uvealen Strukturen hervorgerufen.

Eine Pupillenovalisierung entsteht beim Platzieren der Haptiken in einer peripheren Irisfalte statt im Kammerwinkel [Auffarth 2008]. Eine Studie von Sawada in den neunziger Jahren konnte dies bei 56 % (48 Augen) der 86 operierten Augen belegen [Sawada et al. 1998].

Sekundärglaukome können sich bei Kammerwinkelsynechie entwickeln. In der Studie von Donaldson stellte sich heraus, dass bei den Vorderkammerlinsen die häufigste Komplikation der erhöhte Augeninnendruck in 38 % der 181 operierten Augen war [Donaldson 2005].

Insbesondere im Vergleich zu den alternativen Operationstechniken (sulkusgestützte, skleranahtfixierte, Irisklauenlinse) und der Aphakie ist die Glaukomrate bei dieser Linsengruppe höher. Abgesehen davon toleriert nicht jedes Endothel über Jahre eine VKL, was folglich zu Endothelzellverlust und schließlich zur Hornhautdekomensation führt. Studien haben gezeigt, dass der Endothelzellverlust jährlich zwischen 6 – 45 % liegt [Dexl et al. 2011]. Interessanterweise kann die Progression einer drohenden Dekompensation auch nach Entfernung der VKL nicht aufgehalten werden [Auffahrt 2008].

Auffahrt hat in einer umfangreichen Studie von 1994 mit 4104 Linsen erwähnt, dass 80 % aller Vorderkammerlinsen explantiert wurden, da sie eine korneale Pathologie verursacht haben [Auffarth et al. 1994]. Nur sechs Jahre später haben Pantou et al. in ihrer Studie mit einem Nachbeobachtungszeitraum von durchschnittlich 41,9 Monaten eine ähnlich hohe Komplikationszahl wie Auffahrt.

57 % der 83 operierten Augen hatten eine Hornhautdekomensation, wobei 6 eine Keratoplastik erforderten [Pantou et al. (2000)]. Im Verlauf wurden immer größere

Studien durchgeführt, beispielsweise durch Galvis. Dieser hat die Indikationen einer Keratoplastik in den Jahren von 2004 - 2011 analysiert und fand heraus, dass von 402 Augen 34,6% die pseudophake bullöse Keratopathie die Ursache war [Galvis et al (2013)].

Eine noch größere Studie von Tan mit 4.843 Keratoplastiken fand immerhin in 17,4 % der operierten Augen denselben Grund wie Galvis heraus. [Tan et al.2014]. Dessen ungeachtet ist bei PEX-Syndrom mit Endotheliopathie und Glaukom eine VKL Implantation kontraindiziert.

Ähnliche Komplikationen weist die anteriore kammerwinkelgestützte irisfixierte Linse nach Worst auf. Hier sind das „UGH-Syndrom“ und spätere Dislokationen keine Seltenheit.

Fazit bei diesen Linsen ist, dass die Vorderkammerlinse nicht als primäre Wahl für eine sekundäre Linsenimplantation geeignet ist. [Scharioth 2009; Häberle 2010; Dextl 2011; Sekundo 2008; Auffarth 2008; Donaldson et al. 2005]. In der Allgemeinpraxis werden solche Linsen in der Augenklinik des St. Johannes-Hospitals nicht verwendet.

Die skleranahtfixierten Hinterkammerlinsen zeichnen sich durch den Vorteil des natürlichen Halts in der Hinterkammer aus und zeigen keine Tendenz zur Inflammation [Auffarth 2008].

Nichts desto trotz benötigt diese Technik eine lange Operationszeit mit postoperativem Risikoanstieg wie z.B. das Makulaödem. Hara et al. zeigten in ihrer klinisch signifikanten Studie, dass diese Art der Implantation $49,7 \pm 18,9$ min dauerte [Hara et al. 2011]. Häufig ist es intraoperativ schwierig die Linse zu zentrieren. Zudem ist der Sulcus (Implantationsort der HKL) bei der transskleralen Nahtführung nicht immer ersichtlich, was dazu führt, dass dieser kollabiert. Dies führt unvermeidlich zur Fixation in der Pars plicata. Somit entsteht eine Blutungsgefahr (Hyphäma). Ein Pupillarblock und IOD- Anstieg postoperativ ist somit nicht immer abzuwenden.

Eine Studie von McAllister/Hirst die 82 Augen im Follow-up von 83,3 Monaten untersucht und beobachtet hat, hat neben der Visusreduktion (28%) die Augeninnendruckerhöhung mit 30,5 % aller operierten Augen als häufigste postoperative Komplikation benannt [McAllister, Hirst 2011]. Donaldson et al. bestätigen dies in ihrer Studie (42 %) [Donaldson et al. 2005].

Eine weitere Komplikation in der erwähnten Studie stellt die Naht dar. Nicht nur bei den skleranahtfixierten sondern auch bei den irisnahtfixierten Hinterkammerlinsen besteht die Gefahr eines Risses in 6 % der Fälle, die im Durchschnitt 4,9 Jahre durchhielt [Donaldson et al. 2005]. Auffarth et al. bringen in Langzeitbeobachtungen eine höhere Bruchrate hervor (30%). Die Nähte können zu konjunktivalen Erosionen führen. Meistens wird eine Re-Operation benötigt. Die Biodegradation der Naht führt zur Luxation dieser Linsen [Auffarth 2008].

Hinzu kommt, dass das Endophthalmitisrisiko - Bakterien können durch die Naht in das Augeninnere dringen - höher ist als bei anderen Arten einer Sekundärlinsenimplantation [Schechter 1990].

Bei längeren Zeitintervallen sind Pigmentablagerungen bei IOL-Iriskontakt, IOL-Dezentrierungen und Netzhautablösung (bis zu 33%) üblich.

Diese Komplikationen werden durch Bading in der retrospektiven Langzeitstudie von 2007 (Follow-up 43,5 Monate) bestätigt. In der Frühphase waren Komplikationen wie erhöhter Intraokulardruck (19/63 Augen), Glaskörperblutungen (2 Augen) und Iris-Capture Syndrom (6 Augen), aber auch die seriöse Komplikation der Aderhautblutung (1 Auge) registriert. In der späteren Kontrolle wurde diese Komplikation erneut bei 1 Auge gesehen. Daneben wurden 4 Augen bei Netzhautablösung versorgt. [Bading et al. 2007]. Choroidalblutung (3 %) und Netzhautablösung (6 %) waren die häufigsten Komplikationen in der Studie von Belucci [Bellucci et al. 1996].

Eine weitere wichtige Komplikation ist das Makulaödem, welches sich sowohl postoperativ als auch im Verlauf bei den sklerafixierten Operationen darstellt. Drei Studien von Mimura (10-Jahres Follow-up), Kuchle (96 Augen) und Uthoff (624

Augen, retrospektiv, einjähriges Follow-up) haben als Hauptkomplikation das Makulaödem nachgewiesen in 5,8 - 19,8 % [Mimura 2003; Kuchle 1998; Uthoff 1998].

Ähnliche Komplikationen weisen die sulcusgestützten HKL's ohne Naht auf. Die häufigste Komplikation ist die IOL-Dezentrierung und das Iris-Capture-Syndrom [Ma et al. 2011]. Eine Vergleichstudie von Garweg aus dem Jahr 2008 zwischen sulcusgestützten IOL's ohne und mit Naht zeigte, dass Netzhautrisse häufiger bei Sulcuslinsen ohne Naht vorkommen (10,6 vs. 8,6 %), sowie Netzhautablösungen (5,3 vs. 2,2 %). Wiederum scheinen die intraokularen Hämorrhagien und das Makulaödem häufiger bei Linsen mit sulkusfixierter Naht vorzukommen (5,3 vs. 8,0%) [Garweg et al. 2008; Dexl 2011, Pham 2011].

Daraus wird ersichtlich, dass die skleranahtfixierte HKL in einigen Fällen gute visuelle Ergebnisse bringen kann, aber es ist im Verlauf mit einer erheblichen Komplikationsrate zu rechnen [Asadi, Kheirkhan 2008]. Im Hause des St. Johannes-Hospitals wird deswegen diese Art Fixationslinse eingesetzt, wenn ein minimales Risiko für diese Komplikationen besteht.

Die Risikofaktoren und Gründe, die dazu geführt haben, eine retroiridiale Irisklauenlinse einzusetzen, sind unter anderem die allgemeinen intraoperative Komplikationen, die bei der Kataraktchirurgie zu einer Zonulolyse und Kapselruptur führen. Die Ätiologie dieser Komplikationen liegt einerseits bei der Lernkurve, andererseits bei der Erfahrung des Operateurs. In der Literatur werden diese Komplikationen mit ca. 11,54 % gehandelt. Weiter verursachen die unerfahrenen Operateure eine Kapselrupturrate bis zu 8,05 %. [Carriconto et al. 2010; Schroeder B. 2003].

Weitere Risikofaktoren, die eine Kapselruptur begünstigen können, sind unter anderem das hohe Alter (ca. 75 Jahre), der niedrige Visus (unter 0,1), diabetische Retinopathie und das Glaukom [Lundströhm et al. 2011; Narendan et al. 2009]. In einer Studie von Pham wurde in den Jahren 2009 – 2010 nachgewiesen, dass das PEX-Syndrom in 50 % der Fälle die Hauptursache für eine IOL-Dislokation war [Pham 2011]. Weiter wurde bei einer Studie aus dem Jahr 2013 retrospektiv (5 Jahre) bei 268 Augen mit Pseudoexfoliation eine Kapselrupturrate von 17,91 % beobachtet. [Petrovic et al. 2013].

Auch in dieser Studie spielt überwiegend die PEX Situation nicht nur bei den Kapselrupturen bzw. Zonulolyse eine sehr wichtige Rolle (18,37 %).

Wenn man die Raten bezüglich der Linsenexplantation bei der aufgeführten Literatur betrachtet, liegen diese zwischen 0,2 % bis 2% bei allen Kataraktoperationen [Häberle 2011; Mönestam 2009]. Häufigste Gründe sind neben der bullösen Keratopathie die mechanisch induzierten Entzündungen. Heutzutage sind es meistens, die Dislokationen mit einem prädisponierenden Faktor, die Zonulopathie bei dem sog. PEX-Syndrom [Häberle 2011]. Der Dislokationsanteil ergab nach einer Umfrage von 2007 einen Wert von bis zu 30 % [Häberle 2010]. Bei der Studie von Jakobsson sind es sogar 36 %. [Jakobsson et al. 2010].

Das PEX-Syndrom ist eine altersbedingte Störung der extrazellulären Matrix, die durch die Produktion und Ablagerung vom fibrillären extrazellulären Material in okulären und anderen Geweben charakterisiert wird. Die Häufigkeit dieses Syndroms steigt stark mit der Alterung der allgemeinen Bevölkerung. Die aktuelle Literatur suggeriert, dass in allen geographischen Regionen 5 – 40 % der Population über dem 70. Lebensjahr Exfoliationsmaterial bei der klinischen Untersuchung aufweist.

Das PEX- Syndrom ist üblicherweise häufig bei der Population mit Glaukom. Dabei wurde darüber berichtet, dass es von 10 % bis sogar 80 % bei Patienten, die eine filtrierende Operation erhielten, persistiert.

Fakt ist, dass das PEX-Syndrom nie unilateral ist und eher eine asymmetrische klinische Darstellung aufweist. Innerhalb der nächsten 10 Jahre transformieren $\frac{1}{3}$ der unilateral PEX-Syndrom bedingten Augen in bilateral.

Klinisch zeigt sich das PEX-Syndrom mit Ablagerungen eines weißen Materials auf die anteriore Linsenfläche, meist das übliche und wichtigste diagnostische Merkmal bei diesem Syndrom ist. Konkreter ist eine relativ homogene, zentrale, zellophanähnliche Scheibe, die grob dem Diameter der Pupille entspricht, zu sehen. Zudem ist eine granuläre, öfter schichtartige periphere Zone sichtbar. Dazwischen ist eine intermediäre, klare Zone, die diese zwei Bereiche separiert, erkennbar. Erwähnenswert dabei ist, dass in ca. 10 – 20 % der Fälle die zentrale

Scheibe bzw. Zone fehlen kann. Die granuläre Zone ist dann das einzige diagnostische Zeichen.

Die Ablagerung des Exfoliationsmaterials kann sogar vor der Entwicklung der peripheren granulären Zone präsent sein, und zwar auf den Zonulafasern. Diese sind oft ausgefranst und gebrechlich. Die Akkumulation des exfoliativen Materials und die darauffolgenden degenerativen Veränderungen der Zonulae können zu den Risiken für die Entstehung einer Phakodonesis und Linsenluxation führen. Die Phakodonesis entsteht durch Beschädigung der Zonulafasern, die der physiologischen Linse Halt bieten. Sie ist häufig und einer der führenden Faktoren, die dazu neigen, die Häufigkeit der Komplikationen während der Kataraktchirurgie zu erhöhen. Spontane Subluxation oder Luxation der natürlichen Linse sind die Folgen. Generell gilt, dass eine fragile Zonula das Risiko einer Linsendislokation oder Zonulolyse um das zehnfache erhöht.

Hinzu können sich weitere intra- und postoperative Probleme während einer grauen Star Operation bei PEX-Augen darstellen. Als da wäre die posteriore Kapselruptur, Glaskörperverlust, intraokulare Druckspitzen und fibrinöse Entzündungsreaktionen.

Diese Komplikationen bei der Kataraktoperation von PEX-Augen werden zusätzlich durch flache Vorderkammern und unzureichende Pupillendilatation, sowie Zusammenbruch der Blut- Kammerwasserschranke induziert.

Bei der Nutzung disperser Viskoelastika während der Kataraktoperation, sollte darauf geachtet werden, dass es zu keiner Kapselblockade während des Manövers kommt; ferner, dass es zu einer Kapselruptur und Nukleusluxation in den Glaskörper kommt.

Zudem beeinflusst das PEX-Syndrom alle Strukturen des Vorderaugenabschnittes und führt zu einem großen Spektrum an spontanen und intraoperativen Komplikationen wie die Zonularuptur, Zusammenbruch der Blut- Kammerwasserschranke, Dispersion von Melanin, hintere Synechienbildung, endotheliale Dekompensation, sekundäres Offenwinkel, sowie Engwinkelglaukom [Hollo, Konstas 2012].

Im Allgemeinen findet sich beim PEX das fibrilläre Material in Strukturen des Auges wie die Ziliarfortsätze, Zonulafasern, Irisoberflächen und Trabekelwerk, gelegentlich auch auf der Hornhautrückfläche und der vorderen Glaskörperfläche bei Aphakieaugen. Das kann zu weiteren ernsthaften klinischen Komplikationen führen, wie zum Beispiel die PEX-Keratopathie mit drohender Endotheldekompensation, die Phakodonesis (4 – 5 % der PEX Augen) und spontane Linsensubluxation mit drohendem Winkelblockglaukom oder auch die Luxatio lentis, die ein phakolytisches Glaukom zur Entwicklung einer muren Katarakt führen kann. Erwähnenswert ist, dass in einer Studie beachtliche 77 % aller Partneraugen, die nicht mit PEX-Ablagerungen involviert waren, PEX-Material auf Ziliarfortsätzen und Zonulafasern aufwiesen [Naumann 1997; Bayramlar et al. 2007].

Bei diesem komplexen Syndrom sind intraoperative Komplikationen „unvermeidbar“.

Weitere Ursachen, die eine Sub – bzw. Luxation verursachen, sind das Marfan-Syndrom, Spontanluxation im Erwachsenenalter (20. – 60. Lebensjahr), Traumata, Cataracta hypermatura, hohe Myopie, Buphthalmus und andere [Naumann 1997].

Viele dieser Ursachen waren in dieser Studie der Grund einer Implantation der retropupillaren Irisklauenlinse. Zusätzlich war bei Trübung der primären IOL eine Explantation mit einem Austausch durch die Verisyse® erforderlich. Diese kann in allen künstlichen Linsentypen auftreten und wurde erst ca. 1981 spärlich in der Literatur beschrieben. Eine Visusreduktion ist die Folge [Kohnen 2010; Walker et al. 2010; Neuhann 2009].

Die retroiridiale Linse mutet an im Vergleich zu anderen Operationsmethoden einer Sekundärlinsenimplantation, nicht abhängig von Vorerkrankungen wie Glaukom, Hornhautdystrophien oder sogar das Pseudoexfoliationsyndrom zu sein.

Weiter beschränkt sich ihr Einsatz nicht bei mehrfach voroperierten Augen. Selbst bei Abstinenz der Kapselstruktur oder der Zonulafasern ist das Anbringen mühe-los. Die Gründe dafür sind geringes Trauma, kurze Operationszeit und Lernphase [Mohr et al. 2002; Sekundo 2008; Neuhann 2009; De Silva 2011]. Die postoperativen Komplikationen wie z.B. die Subluxation mit Reenklavation, Makulaödem, sind

gering und reversibel [Wolter-Roessler, Kühle 2008; Singhal, Sridhar 2005; Kicova et al. 2011; Güell et al. 2005].

Allein ausgeprägte Irisstromadefekte oder eine traumatische Mydriasis macht die Fixierung der IOL häufig zu instabil oder nicht möglich [Rieck, Binder 2007].

Schließlich scheint die retroiridiale Irisklauenlinsenimplantation unter vielen Chirurgen sich als erste Wahl für eine primäre oder sekundäre Implantation bei Erwachsenen, sowie Kindern oder sogar während einer kombinierten Operation mit z.B. Keratoplastik bei bullöser Keratopathie etabliert zu haben [Gicquel et al. 2009; Auffarth 2008; Dureau et al. 2006; Rüfer et al. 2009; Dekaris et al. 2010; Saxena R. et al. 2003]. Selbst bei Fuchs Heterochromiezyklitis ist die Implantation möglich, da sich im Verlauf keine signifikanten Entzündungsschübe oder Komplikationen zeigen [Kheirkhah et al. 2013]. In der Klinik für Augenheilkunde in Dortmund hat sich im Verlauf der Jahre die retropupillare Fixation der Irisklauenlinse etabliert.

In der aufgeführten Literatur, die die irisfixierten Intraokularlinsen betrifft sind postoperative Komplikationen angegeben, beispielsweise die Hornhautdekompensation, der Pupillarblock oder das Iris-Capture, die in dieser Studie nicht beobachtet wurden, zumindest bis zum letzten angegebenen Termin.

13. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser retrospektiven Studie zeigen, dass in der Klinik für Augenheilkunde im St. Johannes Hospital in Dortmund die retroiridial fixierte Irisklauenlinse eine sinnvolle und sichere Möglichkeit zur optischen Rehabilitation bei komplizierten Ausgangssituationen, insbesondere bei defekten Kapselstrukturen oder Schwächen der Zonulafasern darstellt.

Diese Methode hat gezeigt, dass sie den bisher üblichen Operationsarten wie die kammerwinkelgestützte Vorderkammerlinse und der sklerafixierten Hinterkammerlinse mindestens gleichwertig ist.

Das Verfahren ist nahezu atraumatisch bei kurzer Operationszeit und die Komplikationsrate im Vergleich zur Vorderkammerimplantation und sklerafixierten Implantation sehr gering [Mohr et al 2002; Mennel et al. 2004].

Der Einsatz von Vorderkammerlinsen ruft als Komplikation eine Hornhautdekomensation hervor, die sogar bis 80 % der Fälle die Entfernung dieser Linsen benötigt [Auffarth 1994]. Die Hornhautkomplikationen nehmen über den Verlauf zu [Auffarth 2008; Dexl 2011]. Eine hohe Zahl dieser Augen benötigt dann eine Keratoplastik [Tan et al.2014].

Die sklerafixierte Hinterkammerlinse wiederum ist operativ sehr aufwendig.

Weiter birgt diese Methode operationsbedingte Risiken, die eine Dislokation und IOL-Verkipfung hervorrufen [Neuhann 2009; Sekundo 2007; Rieck, Binder 2007]. Daneben gibt es eine hohe Anzahl an Komplikationen. Diese weisen jeweils eine hohe Rate auf. Darunter visusbedrohende wie die choroidale Blutung, Netzhautablösung oder das Makulaödem [Dexl 2011].

In dieser Studie zeigen die Ergebnisse, dass sich die Irisklauenlinse nicht nur als Sekundärlinsenimplantation sondern auch als Primärlinse in Abwesenheit oder bei großen Defekten des Halteapparats bewährt hat.

Selbst bei kombinierten Operationen wie die pars plana Vitrektomie, Keratoplastik oder die Glaukomchirurgie kann sie problemlos implantiert werden.

Allerdings ist die Anwendung dieser Linse bei größeren Irisdefekten wie z.B. die traumatische Mydriase, Iridialyse oder Iriskolombome nicht ratsam.

14.Zusammenfassung

Zielsetzung: Ziel dieser Arbeit ist es, Erkenntnisse zu den funktionellen Ergebnissen nach Implantation einer retroiridialen Fixationslinse bei komplizierten Situationen der Kataraktchirurgie zu gewinnen und mit alternativen Intraokularlinsen wie der kammerwinkelgestützten Vorderkammerlinse und sklerafixierte Hinterkammerlinse zu vergleichen. **Patienten und Methode:** Zwischen Oktober 2006 und Dezember 2010 wurde bei 186 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 72,6 Jahren im St. Johannes Hospital, in Dortmund in 194 Augen, eine Verisyse® *aphake Intraokularlinse* der Firma AMO™ retroiridial implantiert. Es wurden der bestkorrigierte Visus und der Augeninnendruck (IOD) präoperativ, postoperativ und nach 2 - 6 Monate nach der Operation gemessen. Die Resultate der häufigsten Indikation für eine retroiridiale Fixationslinse sowie die postoperativen Früh- und Spätkomplikationen wurden ausgewertet. **Ergebnisse:** Bei allen Gruppen zeigte sich im Follow-up eine statistisch signifikante Visusbesserung in der Ferne ($p < 0,001$) und beim IOD wurde eine statistisch signifikante Senkung bzw. Normalisierung ($p < 0,001$) festgestellt. Die häufigsten Ursachen für die Implantation einer Iris-klaulenlinse retropupillar sind: 1. Die komplizierte Kataraktchirurgie (95). 2. Die sub-/luxierten Linsen (phak und pseudophak) (46) 3. Die Aphakie (44) 4. Der Refraktionsfehler (2) und 5. IOL-Beschädigung bei Materialtrübung (1). Häufig trat in den ersten beiden Gruppen das Phänomen der Zonulalyse (42) und der Kapselruptur (37) auf. Das PEX-Syndrom (18,37 %), Traumata und das Marfan-Syndrom spielen eine wichtige Rolle in den ersten 3 Gruppen. Die häufigsten frühen reversiblen postoperativen Komplikationen sind: Pupillenverziehung, Hornhautödem, Vorderkammerblutung, Aderhautamotio, Makulaödem und Bulbushypotonie. Zu den späten Komplikationen zählen: Pupillenverziehung, Irisdefekt, Endothelpigmentablagerung, Pseudophako-/Iridodonesis, Makulaödem, erhöhter IOD und die Reenklavation. Zwischen den beiden Kontrollen zeigte sich die Endophthalmitis (4) und eine Netzhautablösung (3). **Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse der aufgeführten Studie zeigen, dass die Implantation retroiridial ein standardisierter Eingriff auch bei komplizierten Ausgangssituationen ohne gravierende postoperative Komplikationen geworden ist. Im Vergleich zu anderen Möglichkeiten einer Sekundärlinsenimplantation ist diese insbesondere in der Komplikationsrate überlegen.

15. Literaturverzeichnis

1. Acar, N., Kapran, Z., Altan, T., Kucuksumer, Y., Unver, Y.B., Polat, E. (2010): Secondary iris claw intraocular lens implantation for the correction of aphakia after pars plana vitrectomy. *Retina*. 30, 1, 131-139.
2. Apple, D.J., Kincaid, M.C., Mamalis, N., Olson, R.J. (1989): *Intraocular Lenses. Evolution, Designs, Complications, and Pathology*. Baltimore: Williams & Wilkins Verlag.
3. Apple, D.J., Mamalis, N., Lotfield, K., Googe, J.M., Novak, L.C., Kavka-Van Norman, D., Brady, S.E., Olson, R.J. (1984): Complications of intra-ocular lenses. A historical and histopathological review. *Surv. Ophthalmol.* 29, 1-54.
4. Aspiotis, M., Asproudis, I., Stefaniotou, M., Gorezis, S., Psilas, K. (2006): Artisan aphakic intraocular lens implantation in cases of subluxated crystalline lenses due to Marfan syndrome. *J. Refract. Surg.* 22, 1, 99-101.
5. Asadi, R., Kheirkhah, A., (2008): Long-term results of scleral fixation of posterior chamber intraocular lenses in children. *Ophthalmology*. 115, 67-72.
6. Auffarth, G.U., und Apple D.J. (2001): Zur Entwicklungsgeschichte der Intraokularlinsen. *Ophthalmologe*. 98, 1017-1028.
7. Auffarth, G.U., (2008): *Kataraktchirurgie*. Bremen: UNI-MED Verlag; S. 10-11, 15, 16-18, 93, 95-96.
8. Auffarth, G.U., Wesendahl, D.A., Brown, S.J., Apple, D.J. (1994): Komplikationen nach Vorderkammerlinsenimplantation. Eine Analyse von 4100 explantierten Intraokularlinsen. *Ophthalmologe*. 91, 4, 512-517.
9. Bading, G., Hillenkamp, J., Sachs, H.G., Gabel, V.P., Framme, C. (2007): Long-term safety and functional outcome of combines pars plana vitrectomy and scleral-fixated sutured posterior chamber lens implantation. *Am. J. Ophthalmol.* 144, 3, 371-377.
10. Bayramlar, H., Hepsen, I.F., Yilmaz, H. (2007): Mature cataracts increase risk of capsular complications in manual small-incision cataract surgery of pseudo-exfoliative eyes. *Can. J. Ophthalmol.* 42, 1, 46-50.

11. Bellucci, R., Pucci, V., Morselli, S., Bonomi, L. (1996): Secondary implantation of angle-supported anterior chamber and scleral-fixated posterior chamber intraocular lenses. *J. Cataract. Refract. Surg.* 22, 2, 247-52.
12. Bergman, M., Laatikainen, L. (1996-1997): Long-term evaluation of primary anterior chamber intraocular lens implantation in complicated cataract surgery. *Int. Ophthalmol.* 20, 6, 295-299.
13. Böke, W., Krüger, H. (1986): Weitere Untersuchungen zur Zentrierung von Hinterkammerlinsen bei angestrebter Sulkusfixierung. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.* 188, 03, 216–220.
14. Carricondo, P.C., Fortes, A.C.F.M., Mourão, P. de C., Hajnal, M.J.N.K. (2010): Senior resident phacoemulsification learning curve (corrected from cure), *Arquivos brasileiros de oftalmologia.* 73, 1, 66–69.
15. De Silva, S.R., Arun, K., Anandan, M., Glover, N., Patel, C.K., Rosen, P. (2011): Iris-claw intraocular lenses to correct aphakia in the absence of capsule support. *J. Cataract. Refract. Surg.* 9, 1667–1672.
16. Dekaris, I., Gabric, N., Baric, A., Mravic, I., Pauk, M., Antic, M. (2010): Penetrating Keratoplasty and Verisyse Iris-Claw Lens – is it Safe for Corneal Graft? *Coll. Antropol.* 34, 2, 73–77.
17. Dexl A: Verisyse™ for Correction of Aphakia. ESCRS Vienna 2011, Online-Publikation; [www.es CRS.org/vienna2011/programme/handouts/IC-61/IC-61_Dexl_Handout_pdf%20\(NXPowerLite\).pdf](http://www.es CRS.org/vienna2011/programme/handouts/IC-61/IC-61_Dexl_Handout_pdf%20(NXPowerLite).pdf)
18. Donaldson, K.E., Gorscak, J.J., Budenz, D.L., Feuer, W.J., Benz, M.S, Forster, R.K. (2005): Anterior chamber and sutured posterior chamber intraocular lenses in eyes with poor capsular support. *J. Cataract. Refract. Surg.* 31, 5, 903-9.
19. Dureau, P., Edelson, C., Caputo, G. (2006): Iris fixation of foldable intraocular lenses for ectopia lentis in children. *J. Cataract. Refract. Surg.* 32, 7, 1109-14.
20. Epstein, E. (1986): History of intraocular lens implantat surgery. In: Mazzocco T.R., Rajacich G.M., Epstein E. (Eds.): *Soft Implant Lenses in Cataract Surgery.* S. 1-10. New Jersey: Slack Inc.

21. Fechner, P.U., Strobel, J., Wichmann, W. (1991): Correction of myopia by implantation of a concave Worst-iris claw lens into phakic eyes. *Refract. Corneal Surg.* 7, 4, 286-98.
22. Freeman, E.E., Roy-Gagnon, M.-H., Fortin, E., Gauthier, D., Popescu, M., Boisjoly, H. (2010): Rate of endophthalmitis after cataract surgery in Quebec, Canada, 1996-2005. *Arch. Ophthalmol.* 128, 2, 230-4.
23. Galvis, V., Tello, A., Gomez, A.J., Rangel, C.M., Prada, A.M., Camacho, P.A. (2013): Corneal Transplantation at an Ophthalmological Referral in Colombia: Indications and Techniques (2001-2004). *Open Ophthalmol. J.* 17, 7, 30-33.
24. Garweg, J. G., Janusic, M., Boehnke, M., Halberstadt, M., (2008): Secondary intraocular lenses in eyes with aphakia or dislocated IOL: impact of suture fixation on early and late complications. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.* 5, 338–341.
25. Gicquel, J.J., Langman, M.E., Dua, H.S. (2009): Iris claw lenses in aphakia. *Br. J. Ophthalmol.* 93, 10, 1273-1275.
26. Gimbel HV: Surgical Correction of Aphakia. Fall 2008 Optometry Symposium Loma Linda University Department of Ophthalmology, Online-Publikation; www.lomalindahealth.org/media/health-care/pdfs/ophthalmology/aphak.pdf
27. Gonnermann, J., Klamann, M.K.J., Maier, A.K., Rjasanow, J., Jousen, A.M., Bertelmann, E., Rieck, P.W., Torun N. (2012): Visual outcome and complications after posterior iris-claw aphakic intraocular lens implantation. *J. Cataract Refract. Surg.* 38, 12, 2139-2143.
28. Gonnermann, J., Torun, N., Klamann, M.K.J., Maier, A.K., Sonleithner, C.V., Jousen, A.M., Rieck, P.W., Bertelmann, E. (2013): Visual outcomes and complications following posterior iris-claw aphakic intraocular lens implantation combined with penetrating keratoplasty. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 251, 4, 1151-1156.
29. Gorovoy M, Govoroy : Recognizing and Treating Corneal Endothelial Disease. 2010, Online-Publikation; www.ophthalmologymanagement.com/articleviewer.aspx?articleID=104382
30. Güell, J.L., Velasco, F., Malecaze, F., Vazquez, M., Gris, O., Manero, F. (2005): Secondary Artisan-Verisyse aphakia lens implantation. *J. Cataract Refract. Surg.* 31, 12, 2266-2271.

31. Güell, J.L., Morral, M., Kook, D., Kohlen, T. (2010): Phakic intraocular lenses part 1: historical overview, current models, selection criteria, and surgical techniques. J. Cataract Refract. Surg. 36, 11, 1976-93.
32. Häberle H. (2010): Späte Dislokation des Linsen-Kapsel-Apparates und PEX. Prophylaktische Maßnahmen und wirksame Strategien. Der Augenspiegel, Februar, 16-18.
33. Hara, S., Borkenstein, A.F., Ehmer, A., Auffarth, G.U. (2011): Retropupillary fixation of iris-claw intraocular lens versus transscleral suturing fixation for aphakic eyes without capsular support. J. Refract. Surg. 27, 10, 729-35.
34. Higashide, T., Shimizu, F., Nishimura, A., Sugiyama, K. (2009): Anterior segment optical coherence tomography findings of reverse pupillary block after scleral-fixated sutured posterior chamber intraocular lens implantation. J. Cataract Refract. Surg. 35, 9, 1540-7.
35. Hollo, G., Konstas, A.G.P. (2012): Exfoliations Syndrome and Exfoliative Glaucoma. 2. Ed. Italy: Publicomm-Verlg.; S. 67,69,107-109.
36. Hsing, Y.E., Lee, G.A. (2012): Retropupillary iris claw intraocular lens for aphakia. Clin. Experiment Ophthalmol. 8, 9, 849-854.
37. Jakobsson, G., Zetterberg, M., Lundström, M., Stnevi, U., Grenmark, R., Sundelin, K. (2010): Late dislocation of in-the-bag and out-of-the bag intraocular lenses: Ocular and surgical characteristics and time to lens repositioning. J. Cataract Surg. 36, 10, 1637-1644.
38. Janknecht, P. (2005): Phakoemulsifikation kombiniert mit Zyklphotokoagulation. Klin Monatsbl Augenheilkd. 222, 9, 717-720.
39. Karim NJ, Pravin UD: IOL Fixation Techniques. The case for ACIOL 2009, Online- Publikation;
www.retinalphysician.com/articleviewer.aspx?articleID=103544
40. Keay, L., Gower, E.W., Cassard, S.D., Tielsch, J.M., Schein, O.D. (2012): Postcataract Surgery Endophthalmitis in the United States Analysis of the Complete 2003 to 2004 Medicare Database of Cataract Surgeries. Ophthalmology. 119, 5, 914-922.

41. Kheirkhah, A., Nikdel, M., Ghadimi, H. (2013): Implantation of iris-claw Artisan intraocular lens for aphakia in Fuchs' heterochromic iridocyclitis. Indian J. Ophthalmol. Apr 10.
42. Kicova, N., Sekundo, W., Mennel, S. (2011): Subluxation einer retropupillaren Irisklauenlinse nach Zyklphotokoagulation. Ophthalmologe. 108, 167-169.
43. Kirk, K.R., Werner, L., Jaber, R., Strenk, S., Strenk, L., Mamalis, N. (2012): Pathologic assessment of complications with asymmetric or sulcus fixation of square-edged hydrophobic acrylic intraocular lenses. Ophthalmology. 117, 5, 907-13.
44. Kohnen, T. (2010): Pseudoexfoliation: Impact on cataract surgery and long-term intraocular lens position, J Cataract Refract Surg, 36, 1247-8.
45. Kohnen, T., Baumeister, M., Kook, D., Klaproth, O.K., Ohrloff, C. (2009): Kataraktchirurgie mit Implantation einer Kunstlinse. Dtsch. Arztebl. Int. 43, 695-702.
46. Koss, M.J., Kohnen, T. (2009): Intraocular architecture of secondary implanted anterior chamber iris-claw lenses in aphakic eyes evaluated with anterior segment optical coherence tomography. Br. J. Ophthalmol. 93, 10, 1301-6.
47. Kühle, M., Händel, A., Naumann, G.O. (1998): Implantation skleranahtfixierter Hinterkammerlinsen in Kombination mit perforierender Keratoplastik. Ophthalmologe. 95, 10, 671-676.
48. Kühn C: Aphake Implantationen von Irisklauenlinsen (Verisysse- aphakes Modell- AMO) retropupillar. FU Dissertationen Online 2012, Online-Publikation; www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000039789
49. Kutschan, A., Heinz, P., Wiegand, W. (2002): Extrakapsuläre Kataraktoperation mittels Kernexpression mit Hinterkammerlinsenimplantation bei Patienten mit Diabetes mellitus- eine retrospektive Studie an 145 Patienten. Klein. Monatsbl. Augenheilkd. 219, 3, 117-124.
50. Lang, G.K. (2000): Augenheilkunde Verstehen-Lernen-Anwenden. 2.Aufl. Stuttgart, New York: Thieme-Verl.; S. 169-172.
51. Lifshitz, T., Levy, J., Klemperer, I. (2004): Artisan aphakic intraocular lens in children with subluxated crystalline lenses. J. Cataract Refract. Surg. 30, 9, 1977-81.

52. Lundström, M., Behndig, A., Kugelberg, M., Montan, P., Steveni, U., Thorburn, W. (2011): Decreasing rate of capsule complications in cataract surgery. Eight- year study of incidence, risk factors, and data validity by the Swedish National Cataract Register. *J. Cataract Refract. Surg.* 37, 10, 1762-1767.
53. Ma, D.J., Choi, H.J., Kim, M.K., Wee, W.R. (2011): Clinical comparison of ciliary sulcus and pars plana locations for posterior chamber intraocular lens transscleral fixation. *J. Cataract Refract. Surg.* 37, 8, 1439-46.
54. Mazzocco, T.R., Rajacich, G.M., Epstein, E. (1986): *Soft Implant Lenses in Cataract Surgery*. New Jersey: Slack Inc.
55. McAllister, A.S., Hirst, L.W. (2011): Visual outcomes and complications of scleral-fixated posterior chamber intraocular lenses. *J. Cataract Refract. Surg.* 37, 7, 1263-9.
56. Mennel, S., Sekundo, W., Schmidt, J.C., Meyer, C.H., (2004): Retropupillar Fixation einer Irisklauenlinse (Artisan™, Verisyse™) bei Aphakie. Ist die sklerafixierte Intraokularlinse noch state of the Art? *Spektrum der Augenheilkunde.* 18, 279-283.
57. Mimura, T., Amano, S., Sugiura, T., Funatsu, H., Yamagami, S., Oshika, T., Araie, M., Eguchi, S. (2003): 10-year-follow-up study of secondary transscleral ciliary sulcus fixated posterior chamber intraocular lenses. *Am. J. Ophthalmol.* 136, 5, 931-3.
58. Mohr, A., Hengerer, F., Eckardt, C., (2002): Retropupillare Fixation der Irisklauenlinse bei Aphakie. *Der Ophthalmologe.* 99, 580–583.
59. Mönestam, E., (2009): Incidence of Dislocation of Intraocular Lenses and Pseudophakodonesis 10 years after Cataract surgery. *Ophthalmology.* 116, 12, 2315-20.
60. Müller-Jensen, K., Rörig, M., Hägele, J., Zimmermann, H. (1997): Einfluss von Katarakttechnik und Operationsdauer auf die Fibrinreaktion nach IOL-Implantation. *Der Ophthalmologe.* 94, 1, 38-40.
61. Narendran, N., Jaycock, P., Johnston, R.L., Taylor, H., Adams, M., Tole, D.M., Asaria, R.H., Galloway, P., Sparrow, J.M. (2009): The Cataract National Dataset electronic multicentre audit of 55,567 operations: risk stratification for posterior capsule rupture and vitreous loss. *Eye (Lond.).* 23, 1, 31-37.

62. Naumann, G.O.H. (1997): Pathologie des Auges II. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag; S. 871-4, 1374-1422.
63. Neil, J.F., Peter, K.K. (2007): Essentials of Ophthalmology. SaundersElsevier-Verl. S. 228.
64. Neuhann, I., Kleinmann, G., Apple, D., (2008): A New Classification of Calcification of Intraocular Lenses, American Academy of Ophthalmology. 115, 1, 73-9.
65. Neuhann, T. (2009): Kunstlinsentauch bei subluxierter, kapselsackfixierter Intraokularlinse. OPHTHALMO-CHIRURGIE. 21, 251 – 254.
66. Panton, R.W., Wiana, M.G., Panton, P.J., Panton, H.J. (2000): Long-term follow-up of leiske closed loop anterior chamber intraocular lenses. J. Cataract Refract. Surg. 26, 4, 590-6.
67. Pham, T. D. (2011): IOL-Explantation und sekundäre Implantation mit der Iris-klaulenlinse. DGII Aktuell, März.
68. Petrovic, M.J., Vulovic, T.S., Vulovic, D., Janicijevic, K., Petrovic, M., Vujic, D., (2013): Cataract surgery in patients with ocular pseudoexpholiation. Ann. Ital. Chir. 84, 611-615.
69. Ridley, H. (1951): Intra-ocular acrylic lenses. Trans. Ophthalmol. Soc. UK. 71, 617-621.
70. Rieck, P.W., Binder, H. (2007): Neue Hinterkammerlinse zur sulkusgestützten und nahtlos irisfixierten Implantation in aphake Augen ohne Kapselstrukturen Ophthalmologe. 104, 577–581.
71. Rüfer, F., Saeger, M., Nölle, B., Roider, J. (2009): Implantation of retropupillar iris claw lenses with and without combined penetrating keratoplasty. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 247, 4, 457-462.
72. Sachsenweger, M. (2003): Augenheilkunde. 2 Aufl. Stuttgart: Thieme-Verlg.; S. 162-164.
73. Sawada, T., Kimura, W., Kimura, T., Suga, H., Ohte, A., Yamanishi, S., Ohara, T. (1998): Long-term follow-up of primary anterior chamber intraocular lens implantation. J. Cataract Refract. Surg. 24, 11, 1515-20.

74. Saxena, R., van Minderhout, H.M., Luyten, G.P. (2003): Anterior chamber iris-fixated phakic intraocular lens for anisometropic amblyopia. J. Cataract Refract. Surg. 29, 4, 835-8.
75. Scarpatetti, A., Speiser, P., Gessner, U. (1982): Unsere Erfahrungen mit der Implantation intraokularer Linsen. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 180, 5, 425-427.
76. Schallenberg, M., Dekowski, D., Hahn, A., Laube, T., Steuhl, K.-P., Meller, D. (2014): Aphakia correction with retropupillary fixated iris-claw lens (Artisan) - long-term results. Clin. Ophthalmol. 8, 137-141.
77. Scharioth GB: IOL Fixation Techniques. A European surgeon offers his views on the treatment of luxated intraocular lenses. 2009, Online-Publikation; www.retinalphysician.com/articleviewer.aspx?articleID=103543
78. Schechter, R.J. (1990): Suture-wick endophthalmitis with sutured posterior chamber intraocular lenses. J. Cataract Refract. Surg. 16, 6, 755-6.
79. Schroeder, B. (2003): SICS: Complications and Management. Sutureless Cataract Extraction: Complications, Management and Learning Curves Community Eye Health. 16, 48 , 58-60.
80. Sekundo W : Aphakiekorrektur bei fehlendem Kapselsack : Welche Technik, welche Linse? DGII 2007, Online-Publikation; www.dgii.org/2007/wiss14.html
81. Sekundo, W. (2008): New forceps and spatula for easy retropupillary implantation of iris claw lenses in aphakia: Experience in 4 years of use. Eur. J. Ophthalmol. 18, 3, 442-444.
82. Singhal, S., Sridhar, M.S. (2005): Late spontaneous dislocation (disenclavation) of iris-claw intraocular lenses. J. Cataract Refract. Surg. 31, 7, 1441-3.
83. Tan, J.C., Holland, S.P., Dubord, P.J., Moloney, G., McCarthy, M., Yeung, S.N. (2014): Evolving indications for and trends in keratoplasty in british Columbia, Canada, from 2002 to 2011: a 10-year review. Cornea. 33, 3, 252-6.
84. Uthoff, D., Teichmann, K.D. (1998): Secondary implantation of scleral-fixated intraocular lenses. J. Cataract Refract. Surg. 24, 7, 945-50.
85. van der Meulen, I.J., Gunning, F.P., Vermeulen, M.G., de Smet, M.D. (2004): Artisan lens implantation to correct aphakia after vitrectomy for retained nuclear lens fragments. J. Cataract Refract. Surg. 30, 12, 2585-9.

86. van der Pol, B.A., Worst, J.G. (1997): Iris-Claw intraocular lenses in children. Doc. Ophthalmol. 92, 1, 29-35.
87. Walker, N., Saldanha, M., Sharp, J., Porooshani, H., McDonald, B., Ferguson, D., Patel, C.K. (2010): Calcification of hydrophilic acrylic intraocular lenses in combined phacovitrectomy surgery, J. Cataract. Refract. Surg. 36, 8, 1427-1431.
88. Weber, J., Kosel, A., Ziemsen, M., Neubauer, H. (1988): Das Langzeitverhalten des Irispigmentblattes bei irisgestützten Intraokularlinsen. Edt.: Jacobi, K.W., Schott, K., Gloor, B.: Kongressband 1. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Intraokularlinsen Implantation (DGII) in Giessen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; S.149-154.
89. Wolter-Roessler, M., Küchle, M. (2008): Ergebnisse der Aphakiekorrektur durch retroiridial fixierte Kunstlinse. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 12, 1041–1044.

16. Abbildungsverzeichnis

Abb.1 Phake irisfixierte Intraokularlinse der Fa. AMO™, Typ Verisyse zur Korrektur der Myopie

Abb.2 Hornhautdekomensation nach langjähriger Implantation einer VKL

Abb.3 Einteilung der intraokularen irisfixierten Intraokularlinsen

Abb.4 Irisfixierte IOL. Oben: Vierschlingenlinse nach Binkhorst.

Unten: Iridokapsuläre Fixation einer Zweischlingenlinsen nach Binkhorst

Abb.5 Beispiele einiger Irisfixierter IOL der Generation III

Abb.6 AMO / Advanced Medical Optics AMO Germany GmbH, Rudolf- Planck- Str. 31D- 76275 Ettlingen (Herstellerinformation)

Abb.7 Verisyse- Linse (Herstellerinformation)

Abb.8 Technik der Implantation einer retropupillaren Irisklauenlinse. A: Die konvexe Seite wird in die VK eingeführt, B: auf der Iris abgelegt und rotiert. C: Mit der Pinzette werden die Haptiken nacheinander hinter das Irisdiaphragma geführt. D: Es wird zunächst die nasale, dann E : die temporale Haptik inkaviert. F: Vernä-
hung des Tunnels

Abb.9 Ergebnis nach einjähriger Implantation einer Verisyse® *aphake Intraokularlinse*

Abb.10 Prinzip des Fundustomogramm

Abb.11 Prinzip der Entstehung des Spiegelreflektbildes des Endothels

Abb.12 Endothelaufnahme

Abb 13. Messmodus

Abb 14. Pachymetrie Karte

Abb.15 Ultraschallaufnahme

Abb.16 Bestkorrigierter Fernvisus im gesamten Verlauf

Abb.17 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: Aphakie

Abb.18 Bestkorrigierter Visus Gruppe: Cataract senilis

Abb.19 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: Cataracta prä-matura-matura

Abb.20 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: subluxierten Linsen

Abb.21 Bestkorrigierter Visus in der KPL Gruppe

Abb.22 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: VKL

Abb.23 Bestkorrigierter Visus der Gruppe: AMD

Abb.24 Verlauf Astigmatismus prä- und postoperativ nach sechs Monaten

Abb.25 Verlauf des Astigmatismus in der KPL Gruppe

Abb.26 Augeninnendruck im gesamten Verlauf

Abb.27 IOD vor und nach Operation bei der Gruppe der subluxierten Linsen

Abb.28 Indikationsgruppen für eine Implantation einer Irisklauenlinse

17. Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Aphakie-Situationen

Tab. 2 Chirurgische Techniken bei Sekundärlinsenimplantation

Tab. 3 Prozentuelle Angabe aller früher postoperativen Komplikationen

Tab. 4 Prozentuelle Darstellung aller Komplikationen bei der sechsmonatigen Kontrolle

Tab. 5 Komplikationsrate zwischen der frühen und späten postoperativen Kontrolle

Tab. 6 Studienvergleich der wichtigsten Komplikationen mit eigener Studie

18. Diagrammverzeichnis

Diagramm 1 Geschlechterverteilung

Diagramm 2 Altersverteilung Männer, Frauen und Durchschnitt

Diagramm 3 präoperative Komplikationen in Prozentangaben

Diagramm 4 Präoperative Hornhautsituationen

Diagramm 5 Präoperative Glaukomeinteilung

Diagramm 6 Präoperative Irissituationen

Diagramm 7 Präoperative Netzhauterkrankungen

Diagramm 8 Prozentuale Kuchenverteilung der Eingriffe durch die Operateuren

Diagramm 9 durchgeführte Anästhesien

Diagramm 10 Bulbuslängen von 194 operierten Augen

Diagramm 11 Eingesetzte Linsenstärken in Dioptrien (D)

Diagramm 12 Einteilung der präoperativen Linseneinteilung

Diagramm 13 Operationszahlen aufgeteilt in Jahren

Diagramm 14 Operationszeiten der subluxierten und aphaken Gruppe

Diagramm 15 Anzahl kombinierter Operationen

Diagramm 16 Kreisdiagramm unter anderem mit Ätiologie der Kapselruptur

Diagramm 17 Kapselruptur: Ursachen und Verhältnis zu PEX

19. Abkürzungsverzeichnis

Abb.= Abbildung

AMD = Altersbedingte Maculadegeneration

AH = Aderhaut

bzw. = beziehungsweise

CCI = corneal clear incision

CSI = corneal scleral incision

CTR = Capsular Tension Ring

D = Dioptrien

ECCE = extrakapsuläre Kataraktextraktion

GK = Glaskörper

HKL = Hinterkammerlinse

ICCE = intrakapsuläre Kataraktextraktion

IOD = Intraokulardruck

IOL= Intraokularlinse

ITN = Intubationsnarkose

Kg = Kilogramm

KG = Körpergewicht

KPL= Keratoplastik

KW = Kammerwinkel

lat. = lateinisch

mg = Milligramm

Mth = Monate

NH= Netzhaut

OCT = Opitscher Konhärenztomographie

Op = Operation

PEX=Pseudoexfoliation

PMMA= Polymethylmethacrylat

Post-Op = postoperativ

ppV= pars plana Vitrektomie

sog. = sogenannte

Tab. = Tabelle

TASS = Toxic Anterior Segment Syndrome

u.a. = und anderem

UGH = Uveitis- Glaukoma- Haemorrhagiesyndrom

VA = Vorderabschnitt

VK = Vorderkammer

VKL= Vorderkammerlinse

vs. = Versus

21. Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Harald Schilling für die Überlassung des Dissertationsthemas bedanken. Weiterhin für die Unterstützung und die investierte Zeit mit mir.

Besonderen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Markus Kohlhaas, Chefarzt der Augenklinik des St.–Johannes–Hospitals Dortmund, zusprechen. Nicht nur für die Mitbetreuung der Dissertation mit seinen wertvollen Ideen, besonderen Tipps und Anregungen und die klaren Zielvorstellungen, sondern auch für seine väterliche Art mich als zukünftigen Augenarzt zu formen und in das medizinische Berufsleben eingeführt zu haben.

Frau Elke Heinings danke ich für ihre perfekte „Assistenz“ zur Datensammlung während der vergangenen Monate und Jahre.

Weiterhin bedanke ich mich bei Frau Sandra Wiesner, die mir bei der Gestaltung der Kapitel geholfen hat. Weiterhin gilt ihr Dank für die organisatorische Arbeit von der Aktenführung der Patienten bis hin zur Dateneingabe.

Herrn Dr. med. Iraklis Vastardis Hilfe verdanke ich die richtige Auswertung der Statistik und bin froh, dass er trotz des eigenen engen Programms so viel Zeit für mich gefunden hat.

Herrn Fabian Appadoo danke ich für die Hilfe bei der Eingabe der Daten und für das Korrekturlesen.

Meinem lieben Bruder Savvas danke ich für seine Geduld mich permanent und unerschöpflich bei den Tabellen und insgesamt im kreativen Teil dieser Arbeit unterstützt zu haben.

Zum Schluss möchte ich meinen Eltern und ihren Lebenspartnern danken, die mich mein ganzes Leben in jeder Lage unermüdlich und unbegrenzt bis heute unterstützt und Vertrauen in dem was ich tue geschenkt haben.

Diese Dissertation widme ich meiner Oma, die ich auf ewig in meinem Herzen trage.

21. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Nikolaos Chrisoglou
Geburtstag:	08.08.1980 in Dortmund
Wohnort:	Dortmund
Familienstand:	ledig
Staatsangehörigkeit:	deutsch/ griechisch

Schulbildung

1986 – 1992	griechische Grundschule Neckartenzlingen
1992 – 1995	griechisches Gymnasium Nürtingen
1995 – 1997	griechisches Lyzeum Tübingen (entspricht dem deutschen Abitur)
1998 – 1999	Kleines Deutsches Sprachdiplom des Goethe – Instituts

Hochschulstudium der Humanmedizin

1999 – 2000	Fachbezogene Vorbereitungskurse für das Medizin- studium an der Medizinischen Universität Plovdiv/ Bulgarien Intensivkurs Bulgarisch als Fremdsprache
2000 – 2006	Studium an der Medizinischen Universität in Plovdiv / Bulgarien
11 / 2006	Abschluss des Studiums an der Medizinischen Uni- versität in Plovdiv /Bulgarien
01 / 2008	Erteilung der Approbation als Arzt

Praktische Tätigkeiten

12 / 2006 – 02 / 2008	als Assistenzarzt in der Universitäts-Augenklinik St.George in Plovdiv/Bulgarien
03 / 2008 – 08 / 2008	als Assistenzarzt an der Augenklinik in Mülheim an der Ruhr
10 / 2008 – 12/ 2008	als Assistenzarzt in Klinikum Augsburg Abt. Augenklinik
01 / 2009 – 05 / 2012	als Assistenzarzt in St. Johannes Hospital Dortmund, Klinik für Augenheilkunde
06 / 2012– 12 / 2013	Assistenzarzt in der Orasis AG, Reinach, Schweiz
Seit 01 / 2014	Facharzt in der Orasis AG, Reinach , Schweiz